

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-311103

(43)Date of publication of application : 28.11.1995

(51)Int.Cl. G01L 5/00  
G01D 5/165  
G01L 5/16

(21)Application number : 06-129918

(71)Applicant : NIPPON JIDOSHA KENKYUSHO  
KYOWA ELECTRON INSTR CO  
LTD

(22)Date of filing : 20.05.1994

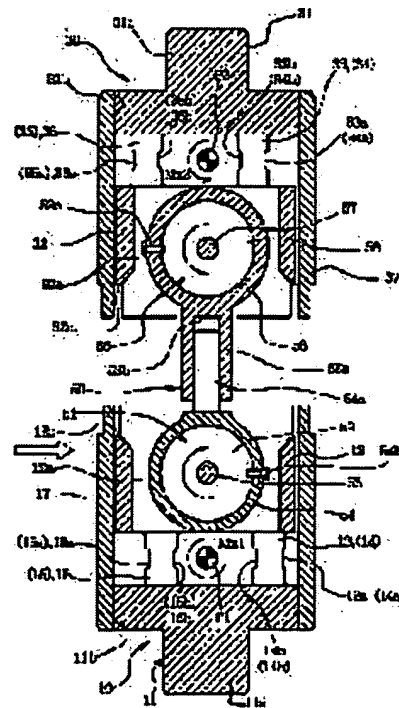
(72)Inventor : SAKURAI MINORU  
KOBAYASHI KAZUSHIGE  
ONO KOSHIROU  
YAMASHITA HARUHISA

## (54) DUMMY LEG SENSOR FOR WALKER'S LEG PROTECTING TEST

## (57)Abstract:

PURPOSE: To satisfy, through with small and simple configuration, measurement and standard items under consideration by ISO, etc., and especially to enable measuring with precision and ease item such as impulse force, shear force, bending moment, and tensile force when impulse force is applied to the knee.

CONSTITUTION: The sensor consists of first and second multi-component-force meters having the first and second distortion-generating-columns 13-16 and 33-36, respectively, the first and second potentiometers 52 and 56, and the first and second acceleration converters. The first and second multi-component-force meters are connected flexibly to each other with a pair of knee members. The first and second potentiometers 52 and 56 are connected while mutual approaching and estranging are possible in the direction of connection. The first and second acceleration converters are attached to such part as to avoid impulse-applied-faces of the first and second distortion-generating-bodies 10 and 30. With



these three kinds of sensor, measurement of the above measuring items is realized.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2722171

[Date of registration] 28.11.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 28.11.2003

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-311103

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G01L 5/00

F

G01D 5/165

G01L 5/16

G01D 5/16

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全22頁)

(21) 出願番号 特願平6-129918

(22) 出願日 平成6年(1994)5月20日

(71) 出願人 591056927

財団法人日本自動車研究所

東京都千代田区神田錦町1-27 ロータリービル

(71) 出願人 000142067

株式会社共和電業

東京都調布市調布ヶ丘3丁目5番地1

(72) 発明者 桜井 実

茨城県つくば市荻間2530 財団法人日本自動車研究所内

(74) 代理人 弁理士 真田 修治

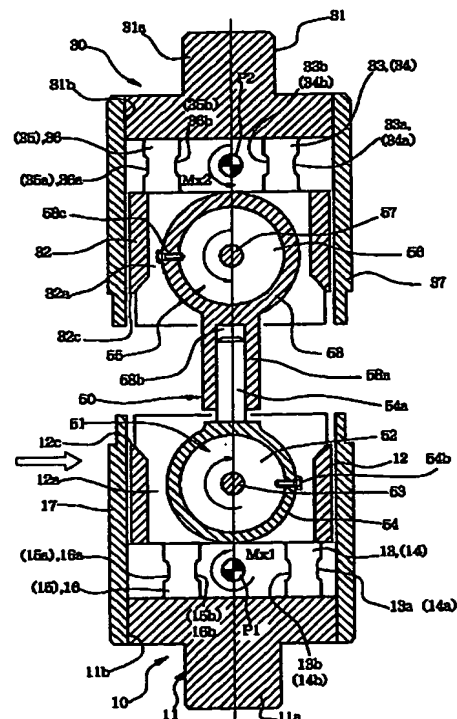
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー

(57) 【要約】

【目的】 小型且つ簡略な構成でありながら、ISO 等で検討されている計測項目および計測基準を十分に充足することができ、特に、膝部に衝撃力が印加される際の衝撃力、剪断力、曲げモーメント、張力等の諸項目を高精度で且つ簡易に計測できるようにする。

【構成】 ダミー脚部用センサーは、第1起歪柱体13～16と第2起歪柱体33～36をそれぞれ有する第1多分力計と第2多分力計および第1、第2ポテンシオメータ52、56並びに第1、第2の加速度変換器とから構成されている。第1、第2多分力計は、一対の膝部材によって互いに可撓的に連結されている。第1、第2ポテンシオメータ52、56は、互いに連結方向には接近・離反が可能な状態で連結されている。第1、第2の加速度変換器は、第1、第2起歪体10、30の衝撃印加面を避けた部位に取り付けられている。これら、3種のセンサーから、上記諸計測項目の計測が実現される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直立した人体の前後方向に相当する方向を X 軸、人体の側面方向に相当する方向を Y 軸、人体の上下方向に相当する方向を Z 軸と規定したときに、車両の最先端部と人体脚部の下側部位である下脚部に相当し且つ衝撃力測定時に Z 軸上に設定される下脚部材とが、Y 軸方向から衝突したときに、人体脚部の膝部に相当する膝部材に生じる少なくとも衝撃力、剪断力、X 軸回りの曲げモーメントおよび Z 軸方向の張力を測定する歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーであつて、

人体脚部の上側部位である上脚部に相当し且つ衝撃力測定時に Z 軸上に設定される上脚部材と、前記下脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の一端領域に結合された第 1 多分力計と、

前記上脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の他端領域に結合された第 2 多分力計と、

前記第 1 多分力計内に設けられた第 1 角度変換器と、前記第 2 多分力計内に設けられた第 2 角度変換器と、前記第 1 角度変換器と前記第 2 角度変換器とを、両者間の相対距離の変化を許容し得るように連結する角度変換器連結手段と、

を有し、前記車両の最先端部と前記下脚部材とが Y 軸方向から衝突したときに、前記第 1 多分力計からの出力値と前記第 2 多分力計からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる少なくとも剪断力、X 軸回りの曲げモーメントおよび Z 軸方向の張力を計測することが可能で、且つ、前記第 1 角度変換器からの出力値と前記第 2 角度変換器からの出力値に基づいて、少なくとも剪断力および X 軸回りの曲げモーメントに係わる変形角度を計測することが可能であるように構成したことを特徴とする歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項 2】 前記第 1 多分力計または前記下脚部材における前記 Y 軸方向からの衝突力が直接加えられない部位に第 1 加速度変換器を設置し、この第 1 の加速度変換器からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる衝撃力を計測することが可能であるように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項 3】 前記第 1 多分力計の起歪柱体と前記第 2 多分力計の起歪柱体とは、それぞれが Z 軸から等距離だけ離れた位置で且つそれぞれの間の角度間隔が等しく設定された位置に形成された各 4 本の矩形断面または正方形断面を持つ単位起歪柱体を有する起歪柱体として構成され、さらに、前記第 1 多分力計の起歪柱体の各々および前記第 2 多分力計の起歪柱体の各々のそれぞれ 4 個の

外表面に、少なくとも、Y 軸方向の衝撃力印加に起因して撓む際に前記各々の単位起歪柱体に生じる Y 軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、Z 軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、X 軸回りに働く曲げモーメントとを検出し得るひずみゲージをそれぞれに具えた起歪柱体として構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項 4】 前記膝部材は、その両端領域が前記第 1 多分力計の連結側剛体部および前記第 2 多分力計の連結側剛体部の Z 軸を挟んで実質的に対称な位置において、一体的に結合された可撓性を有する少なくとも 2 個の板状部材または柱状部材として構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項 5】 前記第 1 角度変換器は、摺動接片およびこの摺動接片と摺接する回転式可変抵抗体を内蔵し且つ前記摺動接片と一体化され得る第 1 摺動接片取付け軸を具えた第 1 ポテンシオメータと、この第 1 ポテンシオメータを保持すると共に前記角度変換器連結手段の一方の連結部材を具えた第 1 ポテンシオメータ保持部材を有し、前記第 1 ポテンシオメータおよび前記第 1 ポテンシオメータ保持部材が前記第 1 摺動接片取付け軸により前記第 1 多分力計内に回転可能に取付けられ、前記第 2 角度変換器は、摺動接片およびこの摺動接片と摺接する回転式可変抵抗体を内蔵し且つ前記摺動接片と一体化され得る第 2 摺動接片取付け軸を具えた第 2 ポテンシオメータと、この第 2 ポテンシオメータを保持すると共に前記角度変換器連結手段の前記一方の連結部材と同軸上を摺動自在なように嵌合連結する他方の連結部材を具えた第 2 ポテンシオメータ保持部材とを有し、前記第 2 ポテンシオメータおよび前記第 2 ポテンシオメータ保持部材が前記第 2 摺動接片取付け軸により前記第 2 多分力計内に回転可能に取付けられ、さらに、前記一方の連結部材と前記他方の連結部材との連結作用により、前記第 1 摺動接片取付け軸と前記第 2 摺動接片取付け軸との間が常に直線状に保持されるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両の歩行者保護性能を評価する試験等に用いられる試験ないし測定装置、特に歩行者の膝部に加わる衝撃力等を測定し得る歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 車両、特に自動車の歩行者保護については ISO 等において受傷部位毎に区分して検討されているが、その第 1 段階として、脚部傷害の頻度や後遺症の

重大さ等を考慮して脚部保護を目的とした試験法の作成作業が進められ、この過程において、後遺症の発生頻度の高い膝関節の靱帯傷害が評価できるものとして膝関節の近傍各部の質量、形状、特性および計測項目等の在り方ないし基準が検討されている。

【0003】この場合、自動車が歩行者に衝突するときには、自動車が歩行者の前方あるいは後方から衝突するよりも歩行者の側方から衝突するケースが多く、しかも、その衝突箇所も自動車の構造上の特徴から考えると歩行者の脚部にあるとの認識から、歩行者の脚部が受ける傷害について検討がなされている。

【0004】具体的には、図33に示すような3つの傷害パターンに対応した各計測項目についてそれぞれ計測し、得られた計測データに基づいて必要な評価を行うというものである。すなわち、衝突の際に脚部が受ける負荷を衝撃力、剪断力、曲げモーメントの3つに分類して考え、これらの負荷を生じさせる衝撃モードを想定し且つこの衝撃モードにより加えられる負荷に起因する主な傷害について試験ないし評価（以下、「試験」と総称する）を行おうとするものである。

【0005】例えば、衝撃力について概説すると、自動車のバンパーが歩行者の膝部または膝部より下側の下腿に相当する部位（以下、「下脚部」という）に衝突するという衝撃モードを想定し、この態様で衝突したときの傷害値を、4k N（キロニュートン）または加速度を、150G（Gは、重力の加速度 $9.8\text{ m/sec}^2$ ）以下に抑えるように、また、このとき膝部より上側の大腿に相当する部位（以下、「上脚部」という）および膝部と下脚部との間に働く剪断力に起因する傷害値については、4k Nまたは $5^\circ$ （膝屈曲角度）以下に、さらに、膝部に働く曲げモーメント（上脚部と下脚部との角度）に起因する傷害値については、100~200 Nm（ニュートンメートル）または $15^\circ$ （膝屈曲角度）以下に抑えるような基準が提案されている。

【0006】そのため、これらの傷害値を計測し得る測定装置が求められているが、ISO等では、このような計測を行う方法として、人体の脚部を模擬して製作した、いわゆる脚部インパクト（以下、「ダミー脚部」という）を自動車に衝突させる方法が考えられている。

【0007】そして、このときに使用するダミー脚部については、(A) 人体の膝部の特性を十分に模擬し得ること、(B) 衝撃時に膝部にかかる剪断力と曲げモーメントが計測できること、(C) 衝撃時に下脚部にかかる衝撃力等が計測できること、が必要事項として挙げられ、また、このような事情の下においてこの計測に使用されるダミー脚部の具体的構成も既に種々提案されている。

【0008】例えば図34に示すのは、従来型のダミー脚部の一例である。この従来例では、人体の下腿部に相当する下脚部材81と大腿部に相当する上脚部材82と

を、膝部に相当する可撓性を有する膝部材83により連結して、骨格部分（本発明のダミー脚部用センサーに相当）となし、これを人体の皮膚部と肉部に相当する表皮体で被覆するような構成となっている。

【0009】そして、下脚部材81の上側部分と上脚部材82の下側部分とにそれぞれひずみゲージ89を添着し、これらのひずみゲージ89からの出力値を変換することによって、膝部にかかる衝撃力、曲げモーメントを計測するようにしている。この従来例の特徴は、全体の形状が略円筒形で且つ構造が比較的簡単になっていることである。また、図35に示すのは、従来型のダミー脚部の他の例である。

【0010】この従来例では、下脚部材81と上脚部材82とを連結する膝部83'に、膝部の負荷計測用のクランク機構のジョイント83'aと、その両側方向（人体の前後方向に相当）に設けられた曲げ部材（可撓性部材）83'bとから成る複雑な構造を用い、且つ、ポテンシオメータ（図示なし）をセンサーとして用い、予め静的な状態でポテンシオメータの較正を行い、その較正値から膝の屈曲角度、衝撃力、曲げモーメントを計測するようにしている。この従来例の特徴は、複雑な構造を用い且つセンサーとしてポテンシオメータのみを利用した点にある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図34に示す従来型のダミー脚部では、ひずみゲージ89がダミー脚部の表面に設けられているために、衝突方向や計測方向が限られるということが問題となり、一方、図35に示す従来型のダミー脚部では、その特徴の1つとなっている複雑な構造になるということがそのまま製作上の難点になり、さらに、角度のみ検出する方式であり、直接衝撃力やモーメントをとっていないためために所要の精度が得られず、且つ信頼性に欠ける欠点がある。

【0012】さらに、両方の従来型ダミー脚部とも、衝突位置の精度により高い精度が要求されるという点での問題もある。従って、このような問題点を持つ従来型のダミー脚部をもって、要求されるような高い評価に対応させることは著しく困難であるという状況下にあった。

【0013】そのため、本発明者等は、これらの実情を考慮し、しかも、(イ) 膝部にかかる衝撃力等のデータをより簡便に得られること、(ロ) 膝部への負荷が各軸方向の分力として特に変換せずに直接計測できること、(ハ) センサーを小型化して、脚部形状に影響を与えないように膝部に内蔵できること、(ニ) 簡単な膝部が取り付けられること、等の諸条件を踏まえた上で、ISO等の基準に対応し得る構造を具えたダミー脚部を研究し且つ試作を行った。

【0014】この試作したダミー脚部（以下、「試作ダミー脚部」という）Dは、先ず、図36に示すように、下脚部材81の上端部分に形成した略円柱状の第1衝撃

力検出部84と上脚部材82の下端部分に形成した略円柱状の第2衝撃力検出部85とを、それぞれの円柱軸上に配設した略円形断面を持つ可撓性部材によって一体化するように連結して、膝部材83の骨格部分を構成し、図37に示すように、これらを人体脚部の肉部および形状に似せた適宜の表皮体86で包んで人体のダミー脚部を構成する。

【0015】そして、図38に示すように、第1衝撃力検出部84の円柱軸を挟んだ略対称的な位置に一对のひずみゲージ87a、87bを添着し、同様に、第2衝撃力検出部85の円柱軸を挟んだ略対称的な位置にも別の一对のひずみゲージ88a、88bを添着して、人体の両側方向(Y軸方向)に作用する力 $F_y$ を検出し得るようにすると共に、この各一对のひずみゲージ(87a、87b)、(88a、88b)により、Y軸方向と互いに直交するX軸方向(人体の前後方向)を中心とした曲げモーメント $M_x$ をも検出し得るように構成したものである。そして、この試作ダミー脚部Dを用いて衝突実験を行った。この衝突実験は、図39に示すように、先

ず、試作ダミー脚部D(81~88)を適宜の切り離し装置91によって鉛直の状態に吊下げ、その膝部材83が車両92のフードエッジ92aの高さに、その下脚部材81が車両92のバンパー92bの高さに位置するように位置決めする。

【0016】次に、吊下状態にある試作ダミー脚部D(81~88)の側面に、試作ダミー脚部D(81~88)を挟んで車両92の反対側の位置に設けた射出手段93を適宜の柔軟部材93aを介して当接させる。そして、この状態で射出手段93を図の左方向に向って急速移動させることにより、試作ダミー脚部D(81~88)を衝突時の車両速度に見合う速力で打出して車両92に衝突させるという実験である。

【0017】この実験の結果、打出し後の試作ダミー脚部D(81~88)には、回転などの挙動はなく、直立状態のまま車両92に衝突して膝部材83の部分で折れ曲ることが分り、且つ、衝突後は予定した各計測項目とも膝部材83にかかる衝撃力等のデータが得られた。

【0018】このことから、本発明者等は、

(i) 膝部材83を取付けることにより衝突時(衝撃時)の膝部の曲りを再現することができる。

(ii) 衝撃力やモーメント等、各軸方向の分力を変換せずに直接計測することができる。

(iii) 膝部材83は、製作が容易な軟鋼丸棒が使用できる。

(iv) 表皮体86や下脚部材81および上脚部材82の形状については、衝突精度や再現性の面からの検討が必要である。

という貴重な結論を得ることができ、同時に、試作ダミー脚部81~88の有用性を確認することができた。

【0019】本発明は、このような事情に鑑みてなされ

たもので、その目的とするところは、この試作ダミー脚部に更に改良を加え、ISO等で検討されている計測項目および計測基準に対しても、精度的に、操作的に、構造的にそれぞれ充分に対応することができる歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー、すなわち、小型で且つ簡単な構成でありながら、所望の方向成分の分力および膝部角度の計測を同時に直接的に且つ簡便に行うことができ、さらに、膝部への直接の衝撃に対しても少なくとも衝撃力、剪断力、曲げモーメントおよび張力などの計測項目の計測が可能な歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーを提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、直立した人体の前後方向に相当する方向をX軸、人体の側面方向に相当する方向をY軸、人体の上下方向に相当する方向をZ軸と規定したときに、車両の最先端部と人体脚部の下側部位である下脚部に相当し且つ衝撃力測定時にZ軸上に設定される下脚部材とが、Y軸方向から衝突したときに、人体脚部の膝部に相当する膝部材に生じる少なくとも衝撃力、剪断力、X軸回りの曲げモーメントおよびZ軸方向の張力を測定する歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーであって、人体脚部の上側部位である上脚部に相当し且つ衝撃力測定時にZ軸上に設定される上脚部材と、前記下脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の一端領域に結合された第1多分力計と、前記上脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の他端領域に結合された第2多分力計と、前記第1多分力計内に設けられた第1角度変換器と、前記第2多分力計内に設けられた第2角度変換器と、前記第1角度変換器と前記第2角度変換器とを、Z軸方向への相対運動を許容し得るように連結する角度変換器連結手段と、を有し、前記車両の最先端部と前記下脚部材とがY軸方向から衝突したときに、前記第1多分力計からの出力値と前記第2多分力計からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる少なくとも剪断力、X軸回りの曲げモーメントおよびZ軸方向の張力を計測することが可能で、且つ、前記第1角度変換器からの出力値と前記第2角度変換器からの出力値に基づいて、少なくとも剪断力およびX軸回りの曲げモーメントに係わる変形角度を計測することが可能であるように構成したことを特徴とするものである。

【0021】請求項2に記載の発明は、前記第1多分力計または前記下脚部材における前記Y軸方向からの衝撃力が直接加えられない部位に第1加速度変換器を設置し、この第1の加速度変換器からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる衝撃力を計測することが可能である

ように構成したことを特徴とするものである。

【0022】請求項3に記載の発明は、前記第1多分力計の起歪柱体と前記第2多分力計の起歪柱体とは、それぞれがZ軸から等距離だけ離れた位置で且つそれぞれの間の角度間隔が等しく設定された位置に形成された各4本の矩形断面または正方形断面を持つ単位起歪柱体を有する起歪柱体として構成され、さらに、前記第1多分力計の起歪柱体の各々および前記第2多分力計の起歪柱体の各々のそれぞれ4個の外表面に、少なくとも、Y軸方向の力印加に起因して撓む際に前記各々の単位起歪柱体に生じるY軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、Z軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、X軸回りに働く曲げモーメントとを検出し得るひずみゲージをそれぞれに具えた起歪柱体として構成されていることを特徴とするものである。

【0023】請求項4に記載の発明は、前記膝部材は、その両端領域が前記第1多分力計の連結側剛体部および前記第2多分力計の連結側剛体部のZ軸を挟んで実質的に対称な位置において、一体的に結合された可撓性を有する少なくとも2個の板状部材または柱状部材として構成されていることを特徴とするものである。

【0024】請求項5に記載の発明は、前記第1角度変換器は、摺動接片およびこの摺動接片と摺接する回転式可変抵抗体を内蔵し且つ前記摺動接片と一体化され得る第1摺動接片取付け軸を具えた第1ポテンシオメータと、この第1ポテンシオメータを保持すると共に前記角度変換器連結手段の一方の連結部材を具えた第1ポテンシオメータ保持部材を有し、前記第1ポテンシオメータおよび前記第1ポテンシオメータ保持部材が前記第1摺動接片取付け軸により前記第1多分力計内に回転可能に取付けられ、前記第2角度変換器は、摺動接片およびこの摺動接片と摺接する回転式可変抵抗体を内蔵し且つ前記摺動接片と一体化され得る第2摺動接片取付け軸を具えた第2ポテンシオメータと、この第2ポテンシオメータを保持すると共に前記角度変換器連結手段の前記一方の連結部材と同軸上を摺動自在なるように嵌合連結する他方の連結部材を具えた第2ポテンシオメータ保持部材とを有し、前記第2ポテンシオメータおよび前記第2ポテンシオメータ保持部材が前記第2摺動接片取付け軸により前記第2多分力計内に回転可能に取付けられ、さらに、前記一方の連結部材と前記他方の連結部材との嵌合連結作用により、前記第1摺動接片取付け軸と前記第2摺動接片取付け軸との間が常に直線状に保持されるように構成されていることを特徴とするものである。

【0025】

【作用】上記のように構成された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーは、直立した人体の前後方向に相当する方向をX軸、人体の側面方向に相当する方向をY軸、人体の上下方向に相当する方向をZ軸と規定したときに、ダミー脚部用センサーの下脚部材に設け

た第1多分力計からの出力と上脚部材に設けた第2多分力計の出力とに基づいて、車両がY軸方向からダミー脚部用センサーの下脚部材に衝突したときに膝部材に生じる剪断力 $F_s$ 、Z軸方向に生じる張力 $F_z$ 、X軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ を、それぞれ直接的に且つ簡便に計測することができる。

【0026】そして、上記構成よりなるダミー脚部用センサーは、更に、第1多分力計内に設けた第1角度変換器からの出力と第2多分力計内に設けた第2角度変換器からの出力とに基づいて、衝突時のダミー脚部用センサーの膝部材に加わるX軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ と剪断力 $F_s$ などによって生じる膝屈曲角度 $\theta$ を、膝部材の上下でそれぞれ直接的に且つ簡便に計測することができる。

【0027】さらに、上記のダミー脚部用センサーは、第1多分力計側に設けた第1加速度変換器からの出力に基づいて、衝突時に膝部材に生じる衝撃力に対応する加速度 $\alpha$ をそれぞれ直接的に且つ簡便に計測することができる。

【0028】

【実施例】以下、図示の実施例に基づいて本発明に係る歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー

(以下の説明では、単に「ダミー脚部用センサー」という)の構成および作用を説明する。なお、この図示実施例における計測項目は、自動車が走行者の、例えば左側方から衝突したときに膝部にかかるY軸方向の衝撃力 $F_c$ と、膝部を剪断せしめる剪断力 $F_s$ と、X軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ と、膝部のZ軸方向に作用する張力 $F_z$ および膝部材の屈曲角度 $\theta$ の5項目である。

【0029】この5つの計測項目を計測する手段として、2つの多分力計と2つのポテンシオメータと1つの加速度変換器を用いる。すなわち、衝撃力 $F_c$ を計測するために、加速度変換器を用い、剪断力 $F_s$ および曲げモーメント $M_x$ を計測するために、多分力計、屈曲角度 $\theta$ を計測するためにポテンシオメータを用いるのである。

【0030】図1は、本発明に係るダミー脚部用センサーの概略構造を模式的に示す斜視図、図2は、図1のダミー脚部用センサーを正面(X軸方向)から見たときの外観概略構造を示す正面外観図、図3は、図1のダミー脚部用センサーを側面から(Y軸方向)から見たときの外観概略構造を示す側面外観図である。

【0031】さて、図示例のダミー脚部用センサーは、図1に示すように、人体の下脚部(下腿部)に相当する下脚部材1に一体的に結合された第1起歪体10と、上脚部(大腿部)に相当する上脚部材2に一体的に結合された第2起歪体30とが、互いにZ軸方向に所定の間隔を隔てて対向するような構造のダミー脚部用センサーとして構成されている。

【0032】この場合、2つの起歪体10、30は、図

2にも示すように、適宜の第1および第2連結固定ねじ5、5'をもって各々のX軸上の前後2個所の位置に取付けられた一对の膝部材3、4により、互いに一体化するような状態で連結され、しかも、図3、図4にも示すように、各々のZ軸上に設けられた膝屈曲角度検出機構部50により、Z軸方向には相対変位し得るがX軸方向およびY軸方向には互いに一体的に変位し得るように連結されるようにも構成されている。なお、一对の膝部材3、4と膝屈曲角度検出機構部50の詳細構成については、それぞれ後述する。

【0033】ところで、第1起歪体10は、図4～図7、図10にその詳細構造を示すように、下脚部材1に直接結合される第1固定側剛体部11と、この第1固定側剛体部11の上方に所定の間隔で対向する第1連結側剛体部12と、この上下2つの剛体部11、12を接続する4本の第1起歪柱体13～16と、第1連結側剛体部12および第1起歪柱体13～16を保護するための第1カバー部材17とから構成されている。

【0034】この場合、第1固定側剛体部11は、下脚部材1に直接結合する、例えば円柱状の第1部材接合部11aと第1カバー部材17を取付ける第1フランジ部11bとを有する部分として形成されている。第1連結側剛体部12は、図5～図7にその詳細を示すように、その中心部分が上下(Z軸)方向に貫通した第1中空部12aとして形成されている。この第1中空部12aは、第1角度変換器51の第1ポテンシオメータ保持部材54をX軸回りに回転可能に収容するためのものである。

【0035】そのため、第1中空部12aの上方から見た開口形状12bは、図7に示すように、第1ポテンシオメータ保持部材54の外形に合わせた4隅に丸みを有する略矩形形状として形成され、また、第1ポテンシオメータ保持部材54の回転運動の妨げにならないように、第1連結側剛体部12のY軸上に位置する一对の壁部の上端部分には、それぞれY軸方向に切り欠かれた図4に示すような形状の各1個の切欠き部分12cが形成され、さらに、後述する第1軸支孔12g、第1締付けねじ孔12h、第1円弧溝12iが設けられることになる。

【0036】また、第1連結側剛体部12には、そのX軸上の前後2個所の外周壁面に、一对の膝部材3、4の下端領域を精密に嵌入させる嵌め込み凹部12d、12eが形成されることになる。そして、この嵌め込み凹部12d、12eには、一对の膝部材3、4の下端領域を第1連結側剛体部12に取付けるための第1連結固定ねじ5用の第1ねじ孔12fがX軸方向に向って形成され、さらに、第1ポテンシオメータ52の第1摺動接片取付け軸53の両端部分を精密に保持するための第1軸支孔12gが、X軸方向に向って第1中空部12aを横断するような状態で穿孔されている。

【0037】加えて、第1軸支孔12g内に嵌入された第1摺動接片取付け軸53を、適宜の締付けねじ(図示なし)を用いて所定の回転位置に固定するための第1締付けねじ孔12hが、図7の左側に位置する壁部に第1軸支孔12gに向って設けられている。また、第1連結側剛体部12のX軸上の前面には、所要の幅と所要の角度範囲とを具え且つ第1軸支孔12gを中心点とする第1円弧溝12iが第1ポテンシオメータ52の出力ケーブル通しのための溝として、第1中空部12aに向って形成されている。

【0038】さて、4本の第1起歪柱体13～16は、図10に示すように、第1固定側剛体部11の中心軸から互いに等間隔の距離だけ離れ且つ互いに等角度だけ隔てられた4個所の位置に、一方の対向する一对の平行平面がそれぞれY軸方向を向き、他方の対向する一对の平行平面がX軸方向を向くような矩形断面または正方形断面の柱状部分として形成されている。

【0039】この場合、各々の第1起歪柱体13～16は、それぞれの下端部分が第1固定側剛体部11の上面と一体化し、また、それぞれの上端部分が第1連結側剛体部12の下面と一体化するような状態で形成されている。さらに、第1起歪柱体13～16の各々の中間高さ領域は、Y軸方向に位置する各面のみがそれぞれの上下領域よりも凹んだ凹面部13a、13b～16a、16bとして形成され、しかも、X軸方向に位置する各面がそれぞれの上下領域の面と同一面となるように形成されている。

【0040】すなわち、X軸方向から見たときに、各第1起歪柱体13～16の中間高さ領域の幅(厚さ)が上下領域の幅(厚さ)よりも狭く(薄く)なるような形状に形成されている。そして、4本の第1起歪柱体13～16の中間高さ領域のほぼ中間高さ面内であって且つZ軸上の点に、X軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ の第1起歪体10側のモーメント中心(以下、「第1モーメント中心」という)P1が設定されることになる。

【0041】なお、以下の説明では、第1起歪柱体13～16の中間高さ領域におけるX軸方向に位置する各面を非凹面部と称することにする。第1カバー部材17は、第1連結側剛体部12および第1起歪柱体13～16の外周を所定の間隙を置いて囲繞するような状態をもって設けられ、適宜の固定手段により、その下端部が第1フランジ部11bの外周面に固定されるように設けられている。

【0042】この第1カバー部材17には、一对の膝部材3、4を第1連結側剛体部12に取付ける位置に対応する前後2個所に、一对の膝部材3、4を取付け得るような形状、大きさを持った遊び開口部17aが形成され、また、図3に示すように、X軸に沿った面(衝突箇所面と反対の面)の下方領域に、それ自体公知の構造を有する適宜の第1加速度変換器21を取付けるための適



宜形状の加速度変換器取付け台座1.7bが形成されることになる。

【0043】次に、第2起歪体30についてであるが、この第2起歪体30は、一對の膝部材3、4を挟んで第1起歪体10と対称的で且つ逆姿勢の構造体として構成されることになる。そのため、基本的には、第1起歪体10の場合と同一の構造として構成されている。すなわち、第2起歪体30は、上脚部材2に一体的に接続される第2固定側剛体部31と、第2固定側剛体部31の下方に所定の間隔をもって対向する第2連結側剛体部32と、この上下2つの剛体部31、32を連結する4本の第2起歪柱体33～36と、第2連結側剛体部32および第2起歪柱体33～36を保護するための第2カバー部材37とから構成されている。

【0044】この場合、第2固定側剛体部31は、上脚部材2に直接結合する、例えば円柱状の第2部材接合部31aと、第2カバー部材37を取付ける第2フランジ部31bとを有するものとして形成されている。第2連結側剛体部32は、第1連結側剛体部12の場合と同様に、その中心部分に、第2角度変換器55の第2ポテンシオメータ保持部材58をX軸回りに回転可能に収容するための第2中空部32aを有するように構成されている。

【0045】そのため、第2中空部32aの下方から見た開口形状32bも、第1中空部12aの開口形状12bと同様に4隅に丸みを有する略矩形形状として形成され、また、第2ポテンシオメータ保持部材58の回転運動の妨げにならないように、第2連結側剛体部32のY軸上に位置する一對の壁部の下端部分には、第1連結側剛体部12の場合と同様に、各1個の切欠き部分32cが形成されることになる。また、第2連結側剛体部32にも、第1連結側剛体部12の場合と同様に、一對の膝部材3、4の上端領域を精密に嵌入させる嵌め込み凹部32d、32eが形成されることになる。

【0046】そして、この嵌め込み凹部32d、32eにも、第1連結側剛体部12の場合と同様に、一對の膝部材3、4の上端領域を第2連結側剛体部32に取付けるための図1に示す第2連結固定ねじ5'用の第2ねじ孔32fがX軸方向に向って形成され、また、第2ポテンシオメータ56の第2摺動接片取付け軸57の両端部分を精密に保持するための第2軸支孔32gも、X軸方向に向って第2中空部32aを横断するような状態で穿孔され、さらに、第2軸支孔32g内に嵌入された第2摺動接片取付け軸57を所定の回転位置に固定するための第2締付けねじ孔32hや、第2軸支孔32gを中心点とする第2円弧溝32iも、第1連結側剛体部12の場合と同様に設けられることになる。

【0047】さて、4本の第2起歪柱体33～36も、第1起歪柱体13～16の場合と同じ要領で形成されることになる。すなわち、この第2起歪体33～36は、

第2固定側剛体部31の中心軸から互いに等間隔の距離だけ離れ且つ互いに等角度だけ隔てられた4個所の位置において、それぞれの上端部分が第2固定側剛体部31の下面と一体化し、また、それぞれの下端部分が第2連結側剛体部32の上面と一体化した、矩形断面または正方形断面の柱状部分として形成されることになる。

【0048】さらに、第2起歪柱体33～36の各々の中間高さ領域も、第1起歪柱体13～16の場合と同様に、X軸方向から見たときに、各々の第2起歪柱体33～36の中間高さ領域の幅（厚さ）が上下領域の幅（厚さ）よりも狭く（薄く）なるような形状に形成されることになる。なお、第2起歪柱体33～36の中間高さ領域におけるX軸方向に位置する各面を非凹面部と称することも、第1起歪柱体13～16の場合と同様である。

【0049】そして、4本の第2起歪柱体33～36の中間高さ領域のほぼ中間高さ面内であって且つZ軸上の点に、X軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ の第2起歪体30側のモーメント中心（以下、「第2モーメント中心」という）P2が設定されることになる。

【0050】なお、第1起歪柱体13～16の各面の上下領域および中間高さ領域、並びに、第2起歪柱体33～36の各面における上下領域および中間高さ領域には、それぞれ、Y軸方向に加わる剪断力 $F_y$ 、Z軸方向に加わる垂直力 $F_z$ 、X軸回りに働く曲げモーメント $M_x$ を検出するためのセンサーないしロードセル（図示例では、ひずみゲージとして構成されている）が添着されることになるが、この件については後述する。

【0051】第2カバー部材37は、第2連結側剛体部32および第2起歪柱体33～36の外周を所定の間隙を置いて囲繞するような状態をもって設けられ、適宜の固定手段により、その上端部が第2フランジ部31bの外周面に固定されるように設けられている。

【0052】この第2カバー部材37にも、第1カバー部材17の場合と同様に、一對の膝部材3、4を第2連結側剛体部32に取付ける位置に対応するX軸上の前後2個所に、第2連結側剛体部32を取付け得るような形状、大きさを持った遊び開口部37aが形成され、また、X軸に沿う表面（衝突個所面）の下方領域に、それ自体公知の構造を有する適宜の第2加速度変換器22を取付けるための適宜形状の加速度変換器取付け台座37bが形成されることになる。

【0053】ところで、一對の膝部材3、4は、それぞれ、例えば所定の厚さを有する可撓性金属材料（例えば、ばね鋼材）の板状部材または柱状部材として形成され、各々の下端領域は、第1カバー部材17の遊び開口部17aを通して第1連結側剛体部12の嵌め込み凹部12d、12e内に精密に嵌入し、この嵌め込み凹部12d、12eの内側面により横方向（Y軸方向）への変位が生じないような状態に保持され、そして、一体化結合手段である適宜の第1連結固定ねじ5により、その位

置に固定されるように構成されている。

【0054】さらに、一对の膝部材 3、4 の上端領域は、第 2 カバー部材 37 の遊び開口部 37 a を通して第 2 連結側剛体部 32 の嵌め込み凹部 32 d、32 e 内に精密に嵌入し、この嵌め込み凹部 32 d、32 e の内側面により横方向への変位が生じないような状態に保持され、そして、一体化結合手段である適宜の第 2 連結固定ねじ 5' により、その位置に固定されるように構成されている。この結果、第 1 起歪体 10 の第 1 連結側剛体部 12 と第 2 起歪体 30 の連結側剛体部 32 とは、この一

対の膝部材 3、4 により実質上一体的に連結する状態に構成されることになる。

【0055】さて、図示例のダミー脚部用センサーに使用される膝屈曲角度検出機構部 50 は、自動車との衝突に起因して上脚部材 2 と下脚部材 1 との間に生じる X 軸回りの相対折曲り角度  $\theta$  を検出するために設けられたものであって、例えば図 4 に示すように、第 1 起歪体 10 側に設けられる第 1 角度変換器 51 と、第 2 起歪体 30 側に設けられる第 2 角度変換器 55 とから成る機構部として構成され、第 1 角度変換器 51 は、図 22、23 に示すように、第 1 ポテンシオメータ 52 と、第 1 摺動接片取付け軸 53 と、第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 とを主要構成部材として構成され、同様に、第 2 角度変換器 55 も、第 2 ポテンシオメータ 56 と、第 2 摺動接片取付け軸 57、第 2 ポテンシオメータ保持部材 58 とを主要構成部材として構成されている。

【0056】この場合、第 1 ポテンシオメータ 52 は、例えば中心部に適宜の摺動接片（図示なし）を、また、その外周部にこの摺動接片と摺接する、例えばリング状の回転式可変抵抗体（図示なし）を有し、さらに、摺動接片および可変抵抗体を覆う、例えば円筒構造状のケース 52 a を具えたものとして構成されている。

【0057】しかも、その側周部の一部に、第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 側からねじ込まれる後述の回り止め用ねじ 54 b に対応するねじ孔 52 b が設けられている。出力ケーブル 52 c と、第 1 摺動接片取付け軸 53 は、第 1 ポテンシオメータ 52 の摺動接片に取付けられ摺動接片と一体的に回転し得るように構成され、さらに、ケース 52 a の中心部から両側方向に所定量だけ突出するようにも設けられている。

【0058】第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 は、第 1 ポテンシオメータ 52 を収容するための円形収容部と後述する円柱連結部 54 a とを具えた部材として構成され、外周部の一部に回り止め用ねじ 54 b を挿入し得る適宜のねじ取付け孔を有するように構成されている。そして、第 1 摺動接片取付け軸 53 が円形収容部から突出するようにも構成され、この突出した第 1 摺動接片取付け軸 53 が第 1 連結側剛体部 12 の第 1 軸支孔 12 g に嵌入されることにより、第 1 連結側剛体部 12 の第 1 中空部 12 a 内において回転し得るように構成されてい

る。

【0059】一方、第 2 角度変換器 55 を構成する第 2 ポテンシオメータ 56 および第 2 ポテンシオメータ保持部材 58 も、組立て時における上下姿勢（Z 軸方向の姿勢）はそれぞれ第 1 角度変換器 51 の場合とは逆になるが、構造そのものは、第 2 摺動接片取付け軸 57 を含めて、第 1 角度変換器 51 の第 1 ポテンシオメータ 52、第 1 摺動接片取付け軸 53、第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 と同一構造に構成されることになる。

【0060】そして、第 2 摺動接片取付け軸 57 が第 2 連結側剛体部 32 の第 2 軸支孔 32 g に嵌入されることにより、第 2 連結側剛体部 32 の第 2 中空部 32 a 内において回転し得るように構成される。ところで、このように構成された 2 つの角度変換器 51、55 は、次に述べるような特殊な連結手段により互いに連結されることになる。

【0061】すなわち、第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 の上端部分には、所要の長さおよび直径とを具えた円柱連結部 54 a が予め形成され、また、第 2 ポテンシオメータ保持部材 58 の下端部分には、内部にこの円柱連結部 54 a と精密に嵌合（嵌入）し得る直径と所要の嵌合長さを持つ中空連結孔 58 b を具えた円筒連結部 58 a が形成されている。

【0062】そして、組立て時には、第 1 ポテンシオメータ保持部材 54 側の円柱連結部 54 a が第 2 ポテンシオメータ保持部材 58 側の円筒連結部 58 a の中空連結孔 58 b 内に精密に嵌入して、第 1 摺動接片取付け軸 53 と第 2 摺動接片取付け軸 57 とが常に一直線上（同一軸線上）に位置するような連結状態に保持するように構成されている。さらに、第 1 摺動接片取付け軸 53 と第 2 摺動接片取付け軸 57 との間隔（距離）が変化したときには、円柱連結部 54 a と中空連結孔 58 b とが同一軸線上に沿って相対的に摺動することにより、前述した両方の保持部材 54、58 の連結状態を保持しながら且つ間隔変化運動を許容するように構成されている。

【0063】膝屈曲角度検出機構部 50 は、第 1 に、自由状態（自動車が下脚部材 1 に衝突していない状態）では、第 1 角度変換器 51 側の第 1 摺動接片取付け軸 53 および円柱連結部 54 a と、第 2 角度変換器 55 側の第 2 摺動接片取付け軸 57 および中空連結孔 58 b（円筒連結部 58 a でもある）とが、いずれも Z 軸上に整列する状態を保つことになる。

【0064】第 2 に、Y 軸方向から下脚部材 1 に衝撃力  $F_c$  が加わると、それぞれのポテンシオメータ保持部材 54、58 は、各々の摺動接片取付け軸 53、57 を回転中心として、それぞれの連結側剛体部 12、32 内で X 軸回りに或る相対角度だけ互いに回転することになり、このとき、それぞれの締付けねじおよび各々の摺動接片取付け軸 53、57 により、各々の連結側剛体部 12、32 と一体化された各々の摺動接片が各々の可変抵

抗体（ケース 5 2 a、5 6 a）に対して回転する。

【0065】そのため、各々の摺動接片と可変抵抗体との相対角度がそれぞれ変化して基準出力に対するそれぞれの電気抵抗値が変化し、これがこのときの回動角度に対応した各々の出力電圧値として、第 1 ポテンシオメータ 5 2 および第 2 ポテンシオメータ 5 6 から個別に出力される。

【0066】次に、Y 軸方向に加わる剪断力  $F_y$ 、Z 軸方向に加わる張力  $F_z$ 、X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するために、各 4 本の第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 および第 2 起歪柱体 3 3 ~ 3 6 に添着される各ひずみゲージの配置について説明する。

【0067】なお、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 と第 2 起歪柱体 3 3 ~ 3 6 とは、前述したように、一对の膝部材 3、4 を挟んで上下対称に構成されているため、説明の煩雑さを避ける意味で第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 を代表例として説明する。従って、第 2 起歪柱体 3 3 ~ 3 6 に添着される各ひずみゲージに係る上下配置位置の関係は、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 に添着される各ひずみゲージに係る上下配置位置の関係とは逆の関係になることを付記する。

【0068】[剪断力  $F_y$  用ひずみゲージの添着] 図 8 ~ 図 1 0 に示すのは、いずれも Y 軸方向に加わる剪断力  $F_y$  を検出するための  $F_y$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 における配置図である。先ず、図 8 および図 1 0 において、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 を構成する No. 1 ~ No. 4 の起歪柱体 1 3、1 4、1 5、1 6 の上部領域における右側面には、各 1 個の  $F_{y1}$  用ひずみゲージ  $Y_{a1} \sim Y_{a4}$  が添着され、また、左側面には各 1 個の  $F_{y1}$  用ひずみゲージ  $Y_{d1} \sim Y_{d4}$  が添着されるように配置されている。

【0069】さらに、各起歪柱体 1 3、1 4、1 5、1 6 の下部領域における右側面には、各 1 個の別の  $F_{y1}$  用ひずみゲージ  $Y_{d5} \sim Y_{d8}$  が添着され、また、左側面には各 1 個の別の  $F_{y1}$  用ひずみゲージ  $Y_{a5} \sim Y_{a8}$  が添着されている。そして、上部領域に添着された合計 8 個のひずみゲージ  $Y_{a1} \sim Y_{a4}$ 、 $Y_{d1} \sim Y_{d4}$  は、それぞれ図 1 1 に示すような接続配置で結線されて  $F_{y1}$  用第 1 ホイートストンブリッジ回路  $F_{y1a}$  を作り、また、下部領域に添着された合計 8 個のひずみゲージ  $Y_{a5} \sim Y_{a8}$ 、 $Y_{d5} \sim Y_{d8}$  は、それぞれ図 1 2 のような接続配置で結線されて  $F_{y1}$  用第 2 ホイートストンブリッジ回路  $F_{y1b}$  を作るように構成されている。

【0070】この場合、これら合計 16 個のひずみゲージからのゲージリード線（図示なし）は、一度、第 1 固定側剛体部 1 1 側に配設した  $F_{y1}$  用第 1 ゲージ端子板 1 8 に接続され、さらに、配線用貫通孔 1 1 c を経て第 1 起歪体 1 0 から外部に導出されるように構成されている。なお、第 2 起歪体 3 0 側についても同様に構成されることになり、ゲージリード線の外部導出には、 $F_{y2}$

用第 2 ゲージ端子板 3 8 および配線用貫通孔 3 1 c が利用される。

【0071】[ $F_z$  用組合せゲージの添着] 図 1 3 ~ 図 1 5 に示すのは、いずれも Z 軸方向に加わる張力  $F_z$  を検出するための  $F_z$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、図 8 ~ 図 1 0 と同様に、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 における配置図である。この  $F_z$  用ひずみゲージは、 $F_z$  用ひずみゲージ  $Z_{a1} \sim Z_{a8}$  と  $F_z$  用ひずみゲージ  $Z_{d1} \sim Z_{d8}$  とを、それぞれ図 1 3 に示すように組合せた  $F_z$  用組合せゲージ（ $Z_{a1}$ 、 $Z_{d1}$ ）~（ $Z_{a8}$ 、 $Z_{d8}$ ）として構成され、いずれも、No. 1 ~ No. 4 の各起歪柱体 1 3、1 4、1 5、1 6 の中間高さ領域における非凹面部（X 軸方向に位置する外側面および内側面）に別れて添着されるように配置されている。

【0072】すなわち、一方の 4 組の  $F_z$  用組合せゲージ（ $Z_{a1}$ 、 $Z_{d1}$ ）、（ $Z_{a2}$ 、 $Z_{d2}$ ）、（ $Z_{a3}$ 、 $Z_{d3}$ ）、（ $Z_{a4}$ 、 $Z_{d4}$ ）は、それぞれ No. 1 ~ No. 4 の起歪柱体の中間高さ領域における外側の非凹面部に添着され、また、他方の 4 組の  $F_z$  用組合せゲージ（ $Z_{a5}$ 、 $Z_{d5}$ ）、（ $Z_{a6}$ 、 $Z_{d6}$ ）、（ $Z_{a7}$ 、 $Z_{d7}$ ）、（ $Z_{a8}$ 、 $Z_{d8}$ ）は、それぞれ No. 1 ~ No. 4 の起歪柱体の中間高さ領域における内側の非凹面部に添着されている。

【0073】そして、8 組の  $F_z$  用組合せゲージ（ $Z_{a1}$ 、 $Z_{d1}$ ）~（ $Z_{a8}$ 、 $Z_{d8}$ ）は、それぞれ対角線上に位置する 2 個の起歪柱体（1 3、1 5）、（1 4、1 6）毎に、図 1 6 および図 1 7 に示すような接続配置にそれぞれ結線されて、 $F_{z1}$  用第 1 ホイートストンブリッジ回路  $F_{z1a}$  および  $F_{z1}$  用第 2 ホイートストンブリッジ回路  $F_{z1b}$  を作るように構成されている。

【0074】この場合、これら合計 8 組の  $F_z$  用組合せゲージ（ $Z_{a1}$ 、 $Z_{d1}$ ）~（ $Z_{a8}$ 、 $Z_{d8}$ ）からのゲージリード線（図示なし）は、一度、第 1 固定側剛体部 1 1 側に設けられた  $F_z$  用第 1 ゲージ端子板 1 9 に接続され、さらに、 $F_y$  用の場合と同様に、配線用貫通孔 1 1 c を経て第 1 起歪体 1 0 から外部に導出される。なお、第 2 起歪体 3 0 側についても同様に構成されることになり、ゲージリード線の外部導出には、 $F_{z2}$  用第 2 ゲージ端子板 3 9 および配線用貫通孔 3 1 c が利用される。

【0075】[ $M_x$  用ひずみゲージの添着] 図 1 8 ~ 図 2 0 に示すのは、いずれも X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するための  $M_x$  用ひずみゲージの添着状態を示す第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 における配置図である。この  $M_x$  用ひずみゲージは、4 個の  $M_x$  用ひずみゲージ  $M_1 \sim M_4$  が、それぞれ No. 1 ~ No. 4 の起歪柱体 1 3、1 4、1 5、1 6 における外側の凹面部 1 3 a、1 4 a、1 5 a、1 6 a に添着され、他の 4 個の  $M_x$  用ひずみゲージ  $M_5 \sim M_8$  が、それぞれ No. 1 ~ No. 4 の起歪柱体 1 3 ~ 1 6 における内側の凹面部 1 3 b、1 4 b、1 5 b、1 6 b に添着されるように配置されている。

【0076】そして、8 個の  $M_x$  用ひずみゲージ  $M_5 \sim$

M8 は、それぞれ図 2 1 に示すような接続配置で結線されて、Mx 用ホイートストンブリッジ回路を作るように構成されている。この場合、これら合計 8 個の Mx 用ひずみゲージ M5 ～ M8 からのゲージリード線（図示なし）は、一度、第 1 固定側剛体部 1 1 側に設けられた Mx 用第 1 ゲージ端子板 2 0 に接続され、さらに、前述した場合と同様に、配線用貫通孔 1 1 c を経て第 1 起歪体 1 0 から外部に導出される。

【0077】なお、第 2 起歪体 3 0 側についても同様に構成されることになり、ゲージリード線の外部導出には、Fy 用第 2 ゲージ端子板 4 0 および配線用貫通孔 3 1 c が利用される。以上述べた図示実施例のダミー脚部用センサーは、実際の計測に用いる際には、従来技術の項の図 3 5、図 3 7 に示したように、このダミー脚部用センサーを人体の皮膚部と肉部に相当する適宜の表皮体で被覆することにより、可能な限り人体の脚部に似せた状態に構成した後に目的の計測に供することになる。以下、このように構成された図示実施例のダミー脚部用センサーを用いた計測作用ないし動作について説明する。

【0078】〔ダミー脚部用センサーを用いた衝突試験〕まず、人体の脚部に似せた状態（図 3 9 参照）に構成した後の図示実施例のダミー脚部用センサーを、その前後方向が自動車の進行方向と直交する方向（X 軸方向）を向くような状態で、柔軟部材 9 3 a 付きの射出手段 9 3 に取付ける。この場合、互いに一對の膝部材 3、4 で連結された第 1 起歪体 1 0 と第 2 起歪体 3 0 とを、図 2 4、図 2 5 に示すような自由直立の状態で切り離し装置 9 1 に吊下げ、一對の膝部材 3、4 の部分が自動車（車両）9 2 のフードエッジ 9 2 a の高さ、すなわち、下脚部材 1 が自動車 9 2 のバンパー 9 2 b の高さに位置するするように高さ調節を行う。

【0079】そして、この状態のまま、射出手段 9 3 を衝突時の自動車速度に見合う速力をもって自動車 9 2 に向って打出して、ダミー脚部用センサーを自動車 9 2 に衝突させる。このとき、バンパー 9 2 b に衝突したダミー脚部用センサーは、一對の膝部材 3、4 の結合中間部分を屈曲点として、その下脚部材 1 とその上脚部材 2 とが相対的に屈曲運動を行うことになる。

【0080】以下、このときの屈曲運動をより詳しく説明する。ダミー脚部用センサーがバンパー 9 2 b に衝突したときには、下脚部材 1 は、図 2 6 に示すようにほぼ直立した状態で衝突位置に強制的に停止させられか、或いは、打出し時の運動慣性のために、下脚部材 1 の下方部分が、例えば図 2 7 ～ 図 3 0 に示すような回動角度  $\theta 1$  で左方に傾斜した状態で停止させられる。

【0081】このとき同時に、上脚部材 2 は、その上方部分が、例えば図 2 6 または図 2 7 ～ 図 3 0 に示すような回動角度  $\theta 2$  で左方に傾くことになる。この場合、一對の膝部材 3、4 は、図 2 7 または図 2 9 に示すような変形状態をもって左方に屈曲することになる。

【0082】なお、ダミー脚部用センサーが一對の膝部材 3、4 の結合中間部分を屈曲点として屈曲運動を行うときには、第 1 ポテンシオメータ保持部材 5 4 の円柱連結部 5 4 a と第 2 ポテンシオメータ保持部材 5 8 の円筒連結部 5 8 a とが、互いに Z 軸方向に相対的に摺動することになるから、このときの屈曲運動が、膝屈曲角度検出機構部 5 0 の存在によって妨げられるようなことは生じない。

【0083】〔剪断力 Fy、衝撃力 Fc の検出ないし計測〕ダミー脚部用センサーの下脚部材 1 がバンパー 9 2 b に衝突して図 3 1 の矢印方向に衝撃力が印加されると、一對の膝部材 3、4 を介して第 1 起歪体 1 0 と第 2 起歪体 3 0 との間に剪断力 Fy が作用する。この剪断力 Fy は、第 1 起歪体 1 0 側には剪断力 Fy1、第 2 起歪体 3 0 側には剪断力 Fy2 がそれぞれ作用すると考えられる。そのため、第 1 固定側剛体部 1 1 と第 1 連結側剛体部 1 2 との間に剪断力 Fy1 が作用して、4 本の第 1 起歪柱体 1 3 ～ 1 6 に剪断力 Fy1 に係る撓みが発生する。

【0084】そのため、第 1 起歪柱体 1 3 ～ 1 6 の上下領域に添着された 8 個の Fy1 用アクティブひずみゲージ Yal ～ Ya4、Ya5 ～ Ya8 と、8 個の Fy1 用ダミーひずみゲージ Yd1 ～ Yd4、Yd5 ～ Yd8 とが、この剪断力 Fy1 に係る撓みに起因したひずみを検出することになる。そして、それぞれのひずみ検出値を、第 1 起歪柱体 1 3 ～ 1 6 に係る Fy1 用第 1、第 2 ホイートストンブリッジ回路 Fy1a、Fy1b に出力するから、2 つのホイートストンブリッジ回路 Fy1a と Fy1b の出力端からは、このときの剪断力 Fy1 に対応した第 1 起歪体 1 0 側の出力値 V Fy1 が出力される。

【0085】このとき同時に、第 2 固定側剛体部 3 1 と第 2 連結側剛体部 3 2 との間にも相対変位が生じて、4 本の第 2 起歪柱体 3 3 ～ 3 6 に Y 軸方向の剪断力 Fy2 に係る撓みが発生する。そのため、第 2 起歪柱体 3 3 ～ 3 6 に添着された各 8 個の Fy2 用アクティブひずみゲージと Fy2 用ダミーひずみゲージとが、この撓みに起因した剪断ひずみを検出するので、第 2 起歪柱体 3 3 ～ 3 6 に係る Fy2 用第 1 および第 2 ホイートストンブリッジ回路 Fy2a および Fy2b（図示せず）の出力端からは、このときの剪断力 Fy2 に対応した第 2 起歪体 3 0 側の出力値 V Fy2 が出力される。

【0086】従って、剪断力 Fy としては、第 1 起歪柱体 1 3 ～ 1 6 に係る出力値 V Fy1 と第 2 起歪柱体 3 3 ～ 3 6 に係る出力値 V Fy2 の少なくとも一方を用いて計測することができる。すなわち、上記剪断力 Fy1 と Fy2 は、剪断力 Fy そのものであり、衝撃力が Y 軸に沿って且つ剪断力が発生する部位に印加された場合には、方向が反対となるだけであるので、 $Fy = |Fy1| = |Fy2|$  となる。

【0087】但し、実際には、Fy1 と Fy2 に対応する出力値 V Fy1、V Fy2 とは完全に一致しない場合があるの

で、両出力値  $V_{Fy1}$ ,  $V_{Fy2}$  の平均値をとって剪断力  $F_y$  を求めることが望ましい。このようにして、衝突時にダミー脚部用センサーの下脚部材に加わる剪断力  $F_y$  を直接的に求めることができる。

【0088】一方、下脚部材1が自動車92のバンパー92bに衝突したときには、第1起歪体10に取付けた第1加速度変換器21にこのときの衝撃力  $F_c$  が伝達されるから、第1加速度変換器21からは、このときの衝撃力  $F_c$  に対応した加速度  $\alpha$  が出力される。従って、この出力値とダミー脚部用センサーの質量  $m$  を用いて、  

$$F_c = m\alpha$$

の演算式を演算すれば、衝突時にダミー脚部用センサーの膝部分に加わった衝撃力  $F_c$  を求めることができる。

【0089】但し、衝撃力  $F_c$  を加速度で正確に計測できるのは、重心位置の加速度計測で、しかも衝撃点が重心位置と同一軸上となった理想的な条件下に限られる。本実施例の場合、衝撃点と重心位置とが厳密には一致しないが、近い位置関係にあるため、簡便にほぼ妥当な衝撃力を計測することができる。尚、第2加速度変換器22は、必須のものではなく、第1加速度変換器21の衝撃力計測の補助的な役割を果すものである。

【0090】〔張力  $F_z$  の検出ないし計測〕ダミー脚部用センサーの下脚部材1が自動車のバンパー92bに衝突して、ダミー脚部用センサーに相対的な屈曲運動が生じると、一對の膝部材3、4の存在により、一体的に連結された第1連結側剛体部12と第2連結側剛体部32との間にZ軸方向の張力  $F_z$  が加わることになる。このとき、図31に示すように、第1固定側剛体部11と第1連結側剛体部12との間にZ軸方向の張力  $F_z$  に起因した相対変位が生じて、4本の第1起歪柱体13～16に張力  $F_z$  に起因した撓みが発生する。

【0091】そのため、第1起歪柱体13～16の中間高さ領域における外側の非凹面部に添着された4組の  $F_{z1}$  用組合せゲージ ( $Za1$ ,  $Zd1$ )、( $Za2$ ,  $Zd2$ )、( $Za3$ ,  $Zd3$ )、( $Za4$ ,  $Zd4$ ) と、内側の非凹面部に添着された他方の4組の  $F_{z1}$  用組合せゲージ ( $Za5$ ,  $Zd5$ )、( $Za6$ ,  $Zd6$ )、( $Za7$ ,  $Zd7$ )、( $Za8$ ,  $Zd8$ ) とが、この張力  $F_z$  に起因した撓みに係るひずみを検出する。そして、それぞれ対角線上に位置する2個の起歪柱体13、15に配設された4組の  $F_{z1}$  用組合せゲージ ( $Za1$ ,  $Zd1$ )、( $Za5$ ,  $Zd5$ )、( $Za3$ ,  $Zd3$ )、( $Za7$ ,  $Zd7$ ) が、それぞれのひずみ検出値を第1起歪柱体13～16に係る  $F_{z1}$  用第1ホイートストンブリッジ回路  $F_{z1a}$  に対して出力する。

【0092】同時に、他の2個の起歪柱体14、16に配設された他の4組の  $F_{z1}$  用組合せゲージ ( $Za2$ ,  $Zd2$ )、( $Za6$ ,  $Zd6$ )、( $Za4$ ,  $Zd4$ )、( $Za8$ ,  $Zd8$ ) が、それぞれのひずみ検出値を第1起歪柱体13～16に係る  $F_z$  用第2ホイートストンブリッジ回路  $F_{z1b}$  に出力する。従って、この2つのホイートストンブリ

ジ回路  $F_{z1a}$ ,  $F_{z1b}$  からの出力に基づいて、このときの張力  $F_z$  に対応した第1起歪体10側の出力値  $V_{Fz1}$  が得られる。

【0093】一方、第2連結側剛体部32の4本の第2起歪柱体33～36側にも張力  $F_z$  に起因した撓みが発生するから、第2起歪柱体33～36に添着された合計8組の  $F_{z2}$  用組合せゲージ ( $Za1$ ,  $Zd1$ )～( $Za8$ ,  $Zd8$ ) が、それぞれのひずみ検出値を第2起歪柱体33～36に係る  $F_{z2}$  用第1および第2ホイートストンブリッジ回路  $F_{z2a}$ ,  $F_{z2b}$  (図示省略) に出力する。

【0094】従って、この2つのホイートストンブリッジ回路  $F_{z2a}$ ,  $F_{z2b}$  から、このときの張力  $F_z$  に対応した第2起歪体30側の出力値  $V_{Fz2}$  が得られる。その結果、この2つの出力値  $V_{Fz1}$ ,  $V_{Fz2}$  から衝突時にダミー脚部用センサーの下側脚部に加わった張力  $F_z$  を直接的に求めることができる。

【0095】〔曲げモーメント  $M_x$  の検出ないし計測〕ダミー脚部用センサーの下脚部材1が自動車のバンパー92bに衝突して、ダミー脚部用センサーに相対的な屈曲運動が生じると、一對の膝部材3、4の存在により、図4に示すように、第1起歪体10側に第1モーメント中心  $P1$  を中心点としたX軸回りの曲げモーメント  $M_{x1}$  が働く。このとき、このX軸回りの曲げ作用に起因して第1固定側剛体部11と第1連結側剛体部12との間に、この第1モーメント中心  $P1$  に係る曲げモーメント  $M_{x1}$  に起因した撓みが発生する。

【0096】そして、第1起歪柱体13～16の中間高さ領域における凹面部13a、13b～16a、16bに添着された合計8個の  $M_x$  用ひずみゲージ  $M1$ ～ $M8$  が、このときのひずみを検出して、それぞれのひずみ検出値を第1起歪柱体13～16に係る  $M_x$  用ホイートストンブリッジ回路に対して出力するから、このホイートストンブリッジ回路からは、第1モーメント中心  $P1$  に生じた曲げモーメントに係る出力値  $V_{Mx1}$  が出力される。

【0097】一方、第2起歪体30側の第2連結側剛体部32にも、同時に、第2モーメント中心  $P2$  を中心点としたX軸回りの曲げモーメント  $M_{x2}$  が働くから、第2連結側剛体部32の第2起歪柱体33～36の中間高さ領域における凹面部33a、33b～36a、36bに添着された8個の  $M_x$  用ひずみゲージが、第2モーメント中心  $P2$  に働く曲げモーメント  $M_{x2}$  に起因したひずみを検出する。

【0098】そして、それぞれのひずみ検出値を第2起歪柱体33～36に係る  $M_{x2}$  用ホイートストンブリッジ回路  $M_{x2a}$  に対して出力するから、このホイートストンブリッジ回路  $M_{x2a}$  からは、このとき第2モーメント中心  $P2$  に生じた曲げモーメント  $M_{x2}$  に係る出力値  $V_{Mx2}$  が出力される。従って、この2つの出力値  $V_{Mx1}$ ,  $V_{Mx2}$  から衝突時にダミー脚部用センサーの膝部分に加わっ

た曲げモーメント  $M_x$  を直接的に求めることが可能になる。

【0099】〔膝屈曲角度  $\theta$  の検出ないし計測〕ダミー脚部用センサーの下脚部材 1 が図 3 1 に示すように、自動車のバンパー 9 2 b に衝突して、ダミー脚部用センサーが屈曲運動を行うと、図 3 2 に示すように膝屈曲角度検出機構部 5 0 にも屈曲運動が生じる。第 1 ポテンシオメータ 5 2 の第 1 摺動接片軸 5 3 と第 2 ポテンシオメータ 5 6 の第 2 摺動接片軸 5 7 を結ぶ連結軸（円柱連結部 5 4 a と円筒連結部 5 8 a の共通中心軸）を Z 軸と規定すれば、上記屈曲運動により生ずる膝屈曲角度  $\theta$  の大きさは、第 1 ポテンシオメータ 5 2 の第 1 摺動接片軸 5 3 を中心として Z 軸を基準に回転する角度  $\theta_1$  と、第 2 ポテンシオメータ 5 6 の第 2 摺動接片軸 5 7 を中心として Z 軸を基準に回転する角度  $\theta_2$  より求まる。

【0100】さて、下脚部材 1（第 1 起歪体 1 0 でもある）が Z 軸から回転角度  $\theta_1$  だけ回転すると、第 1 摺動接片軸 5 3 を介して第 1 連結側剛体部 1 2 と一体化された第 1 ポテンシオメータ 5 2 の摺動接片（図示なし）が、第 1 ポテンシオメータ保持部材 5 4 と一体化された可変抵抗体（図示なし）に対して相対的に回転変位することになるから、第 1 ポテンシオメータ 5 2 からは、下脚部材 1 の回転角度  $\theta_1$  に対応した電気抵抗値に基づく検出電圧が出力される。

【0101】この場合、第 1 ポテンシオメータ保持部材 5 4 と第 2 ポテンシオメータ保持部材 5 8 とは、円柱連結部 5 4 a と円筒連結部 5 8 a との連結作用により同一姿勢を取るように構成されている関係で、第 1 ポテンシオメータ保持部材 5 4 は、そのときの衝突力に応じた Z 軸からの角度姿勢の位置に保持されることになる。従って、第 1 ポテンシオメータ 5 2 からの抵抗値は、摺動接片が基準出力時の位置から回転角度  $\theta_1$  だけ回転変位したときの位置に対応した電気抵抗値となる。尚、この回転角度  $\theta_1$  は、Z 軸に対し時計回りを + とし、反時計回りを - とする。

【0102】一方、上脚部材 2（第 2 起歪体 3 0 でもある）が Z 軸から回転角度  $\theta_2$  だけ回転すると、第 2 摺動接片軸 5 7 を介して第 2 連結側剛体部 3 2 と一体化された第 2 ポテンシオメータ 5 6 の摺動接片と、第 2 ポテンシオメータ保持部材 5 8 と一体化された可変抵抗体との間にも相対回転変位が生じて、第 2 ポテンシオメータ 5 6 から上脚部材 2 の回転角度  $\theta_2$  に対応した抵抗値に応じた電圧が出力される。尚、この回転角度  $\theta_2$  は、Z 軸に対し時計回りを + とし、反時計回りを - とする。

【0103】この第 1 ポテンシオメータ 5 2 または第 2 ポテンシオメータ 5 6 の出力電圧値に基づいて、剪断力および X 軸回りのモーメントに係わる変形角度を直接計測することができる。以上、図示の一実施例に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々に変形実

施することができる。

【0104】例えば、図示実施例では、第 1 起歪体 1 0 を第 1 固定側剛体部 1 1、第 1 連結側剛体部 1 2、4 本の第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 から構成しているが、第 1 固定側剛体部 1 1 および第 1 連結側剛体部 1 2 の形状、構造は図示例のものに限定されることはなく、設計の目的および必要に応じて、適宜の形状、構造、大きさを採用することが可能であり、また、4 本の第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 についても、その形状や個数については、例えば、2 本でもよく設計の目的および必要に応じて適宜に変更することが可能である。これは、第 2 起歪体 3 0 についても同様である。

【0105】また、膝部材 3、4 についても、その形状、個数、配設位置、第 1 連結側剛体部 1 2 および第 2 連結側剛体部 3 2 への固定方法等についても、設計の目的および必要に応じて図示例とは異なるように例えば、4 本にしてもよい。また、図示実施例では、膝屈曲角度検出機構部 5 0 に 2 個のポテンシオメータ 5 2、5 6 を使用するように構成されているが、他の手段方法、例えばフォトインタラプタのようなデジタル検出器を用いてもよいし、また、ポテンシオメータの抵抗体としては、コンダクティブプラスチック型、サーメット型、巻線型等いずれを用いてもよい。

【0106】また、第 1 角度変換器 5 1 と第 2 角度変換器 5 5 との連結についても、膝屈曲角度検出機構部 5 0 の目的、効果を奏する範囲内であれば、図示例とは異なる形状、構造に構成することができる。また、第 1 起歪柱体 1 3 ~ 1 6 および第 2 起歪柱体 3 3 ~ 3 6 に配設するひずみゲージについても、その構造、配設個数、配設個所を設計の目的および必要に応じて図示例とは異なるように決定することができる。

【0107】また、上記実施例では、多分力計、ポテンシオメータ、加速度変換器を各々 2 個配設してあるが、場合によっては、その一つを省略することも可能であり、または、2 個の各変換器の出力のうちの 1 つを計測に用いたり、2 個の変換器の出力値の平均をとるようにしてもよい。

【0108】

【発明の効果】以上詳しく述べたところより明らかなように、本発明によれば、ダミー脚部用センサーの下脚部材に設けた第 1 多分力計の出力と上脚部材に設けた第 2 多分力計の出力とに基づいて、車両が Y 軸方向からダミー脚部用センサーの下脚部材と衝突したときに少なくとも、膝部材に生じる剪断力、Z 軸方向に生じる張力、X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  および屈曲角度  $\theta$  をそれぞれ直接的に且つ簡便に計測することができる。

【0109】また、第 1 多分力計または下脚部材に第 1 加速度変換器を設置したから、この第 1 の加速度変換器からの出力値に基づいて下脚部材または第 1 起歪体に印加される衝撃力を演算により求めることができる。

【0 1 1 0】また、本発明によれば、簡略な構成でしかも比較的小型化された第 1、第 2 多分力計内に第 1、第 2 角度変換器を内蔵せしめたから、ダミー脚部にコンパクトに内蔵化され、上記するような各種の計測項目を効率よく実際の人体の脚部に近い模擬状態で計測を行うことができ、しかも車両の衝撃を受けても損傷を受け難い構成となっているから、繰り返して計測に供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーの概略構造を模式的に示す斜視図である。

【図 2】図 1 のダミー脚部用センサーを正面（X 軸方向）から見たときの外観概略構造を示す正面外観図である。

【図 3】図 1 のダミー脚部用センサーを側面から（Y 軸方向）から見たときの外観概略構造を示す側面外観図である。

【図 4】図 2 におけるダミー脚部用センサーに係る断面構成図である。

【図 5】ダミー脚部用センサーの一部を構成する第 1 起歪体に係る正面外観図である。

【図 6】図 5 の第 1 起歪体に係る側面図である。

【図 7】図 5 の第 1 起歪体に係る上面図である。

【図 8】Y 軸方向に加わる力  $F_y$  を検出するための  $F_y$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を X 軸方向から見たときの配置図である。

【図 9】Y 軸方向に加わる力  $F_y$  を検出するための  $F_y$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を Y 軸方向から見たときの図を示す。

【図 10】Y 軸方向に加わる力  $F_y$  を検出するための  $F_y$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、図 5 の第 1 起歪体の第 1 起歪柱体に係る A-A 線矢視方向および B-B 線矢視方向の断面における図を示す。

【図 11】Y 軸方向に加わる力  $F_{y1}$  を検出するために結線された  $F_{y1}$  用第 1 ホイートストンブリッジ回路の構成を示す回路図である。

【図 12】Y 軸方向に加わる力  $F_{y1}$  を検出するために結線された  $F_{y1}$  用第 2 ホイートストンブリッジ回路の構成を示す回路図である。

【図 13】Z 軸方向に加わる力  $F_z$  を検出するための  $F_z$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を X 軸方向から見たときの図を示す。

【図 14】Z 軸方向に加わる力  $F_z$  を検出するための  $F_z$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を Y 軸方向から見たときの図を示す。

【図 15】Z 軸方向に加わる力（張力） $F_z$  を検出するための  $F_z$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、図 5 の第 1 起歪体の第 1 起歪柱体に係る A-A 線矢視方向および B-B 線矢視方向の断面における図を示す。

【図 16】Z 軸方向に加わる力  $F_{z1}$  を検出するために結線された  $F_{z1}$  用第 1 ホイートストンブリッジ回路の構成を示す回路図である。

【図 17】Z 軸方向に加わる力  $F_{z1}$  を検出するために結線された  $F_{z1}$  用第 2 ホイートストンブリッジ回路の構成を示す回路図である。

【図 18】X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するための  $M_x$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を X 軸方向から見たときの図を示す。

【図 19】X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するための  $M_x$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、第 1 起歪柱体を Y 軸方向から見たときの図を示す。

【図 20】X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するための  $M_x$  用ひずみゲージの添着状態を示す配置図で、図 5 の第 1 起歪体の第 1 起歪柱体に係る A-A 線矢視方向および B-B 線矢視方向の断面における図を示す。

【図 21】X 軸回りに働く曲げモーメント  $M_x$  を検出するために結線された  $M_x$  用ホイートストンブリッジ回路の構成を示す回路図である。

【図 22】共に共通の構成をなす第 1 ポテンシオメータおよび第 2 ポテンシオメータの平面概略構成を示す平面外観図である。

【図 23】図 22 の第 1 ポテンシオメータおよび第 2 ポテンシオメータの側面概略構成を示す側面外観図である。

【図 24】一対の膝部材で連結された第 1 起歪体と第 2 起歪体とが、自由直立の状態で切り離し手段に吊下げられたときを示す模式図で、一対の膝部材の部分を X 軸方向から見た場合の図である。

【図 25】一対の膝部材で連結された第 1 起歪体と第 2 起歪体とが、自由直立の状態で切り離し手段に吊下げられたときを示す模式図で、膝屈曲角度検出機構部の部分を X 軸方向から見た場合の図である。

【図 26】図 1 のダミー脚部用センサーの下脚部材に側方から自動車が発生したときの一対の膝部材の屈曲状態を示す模式図である。

【図 27】図 26 に示す屈曲状態を説明するための 1 例を示す状態模式図である。

【図 28】図 27 に示す屈曲状態をさらに模式化した場合の状態模式図である。

【図 29】図 26 に示す屈曲状態を説明するための他の例を示す状態模式図である。

【図 30】図 29 に示す屈曲状態をさらに模式化した場合の状態模式図である。

【図 31】一対の膝部材で連結された第 1 起歪体と第 2 起歪体に働く各力およびモーメントを示す説明図である。

【図 32】図 1 のダミー脚部用センサーの下脚部材に側方から自動車が発生したときの膝屈曲角度検出機構部の

屈曲状態を示す模式図である。

【図 3 3】自動車が行歩者の脚部に衝突したときに発生する 3 つの傷害パターンを説明するための説明図である。

【図 3 4】従来型のダミー脚部用センサーの一例に係る概略構造を示す模式図である。

【図 3 5】従来型のダミー脚部用センサーの他の一例に係る概略構造を示す模式図である。

【図 3 6】本発明者等が試作した試作ダミー脚部用センサーの概略構造を示す模式図である。

【図 3 7】図 3 6 の試作ダミー脚部用センサーを人体の皮膚部と肉部に相当する表皮体で被覆した後の模式外観図である。

【図 3 8】図 3 6 の試作ダミー脚部用センサーの第 2 起歪体と第 1 起歪体との詳細構造を拡大して示す拡大模式図である。

【図 3 9】車両が行歩者の側方から衝突するケースを想定して衝突試験を行ったときの状態を示す試験状態図である。

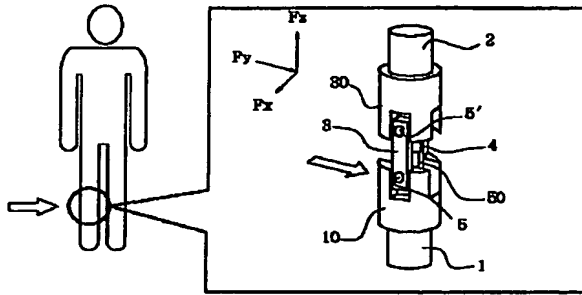
【符号の説明】

- 1 下脚部材
- 2 上脚部材
- 3、4 一対の膝部材（板状部材）
- 5 第 1 連結固定ねじ
- 5' 第 2 連結固定ねじ
- 10 第 1 起歪体
- 11 第 1 固定側剛体部
- 11 a 第 1 部材接合部
- 11 b 第 1 フランジ部
- 12 第 1 連結側剛体部
- 12 a 第 1 中空部
- 12 d、12 e 嵌め込み凹部
- 13～16 第 1 起歪柱体
- 17 第 1 カバー部材
- 17 b 加速度変換器取付け台座
- 18 Fy 用第 1 ゲージ端子板
- 19 Fz 用第 1 ゲージ端子板
- 20 Mx 用第 1 ゲージ端子板
- 21 第 1 加速度変換器
- 22 第 2 加速度変換器
- 30 第 2 起歪体
- 31 第 2 固定側剛体部
- 31 a 第 2 部材接合部
- 31 b 第 2 フランジ部

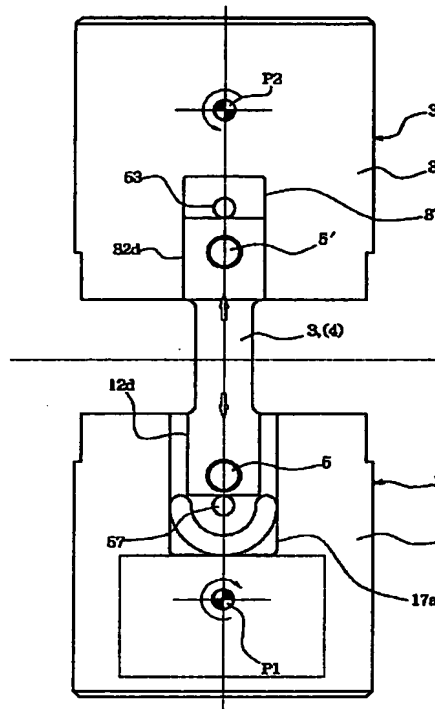
- 32 第 2 連結側剛体部
- 32 a 第 2 中空部
- 32 d、32 e 嵌め込み凹部
- 32 f 第 2 ねじ孔
- 33～36 第 2 起歪柱体
- 33 a、33 b～36 a、36 b 凹面部
- 37 第 2 カバー部材
- 37 b 加速度変換器取付け台座
- 38 Fy 用第 2 ゲージ端子板
- 10 39 Fz 用第 2 ゲージ端子板
- 40 Mx 用第 2 ゲージ端子板
- 50 膝屈曲角度検出機構部
- 51 第 1 角度変換器
- 52 第 1 ポテンシオメータ
- 52 a、56 a ケース
- 52 b、56 b ねじ孔
- 53 第 1 摺動接片軸
- 54 第 1 ポテンシオメータ保持部材
- 54 a 円柱連結部
- 20 54 b、58 c 回り止め用ねじ
- 55 第 2 角度変換器
- 56 第 2 ポテンシオメータ
- 57 第 2 摺動接片軸
- 58 第 2 ポテンシオメータ保持部材
- 58 a 円筒連結部
- P1 第 1 モーメント中心
- P2 第 2 モーメント中心
- Yal～Ya4、Ya5～Ya8 Fy 用アクティブひずみゲージ
- 30 Yd1～Yd4、Yd5～Yd8 Fy 用ダミーひずみゲージ
- Za1～Za8 Fz 用アクティブひずみゲージ
- Zd1～Zd8 Fz 用ダミーひずみゲージ
- (Za1、Zd1)～(Za8、Zd8) Fz 用組合せゲージ
- M5～M8 8 個の Mx 用ひずみゲージ
- θ 膝屈曲角度
- 84 第 2 起歪体
- 85 第 1 起歪体
- 86 人体の皮膚部と肉部に相当する表皮体
- 91 切り離し装置
- 40 92 車両
- 92 a フードエッジ
- 92 b バンパー
- 93 射出手段
- 93 a 柔軟部材



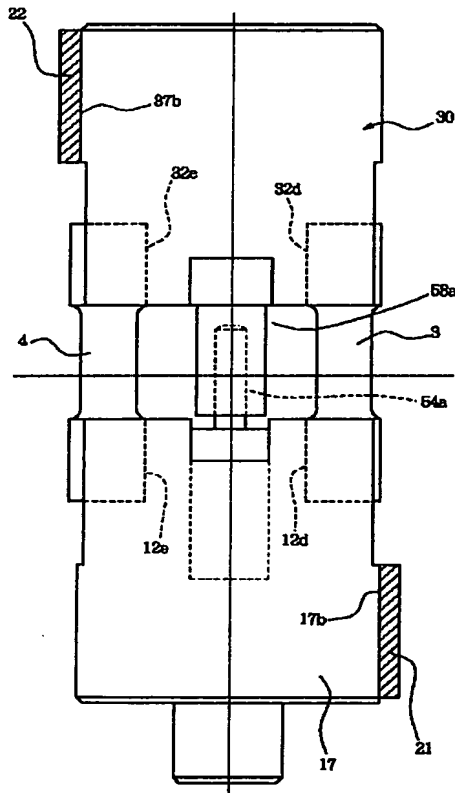
【図 1】



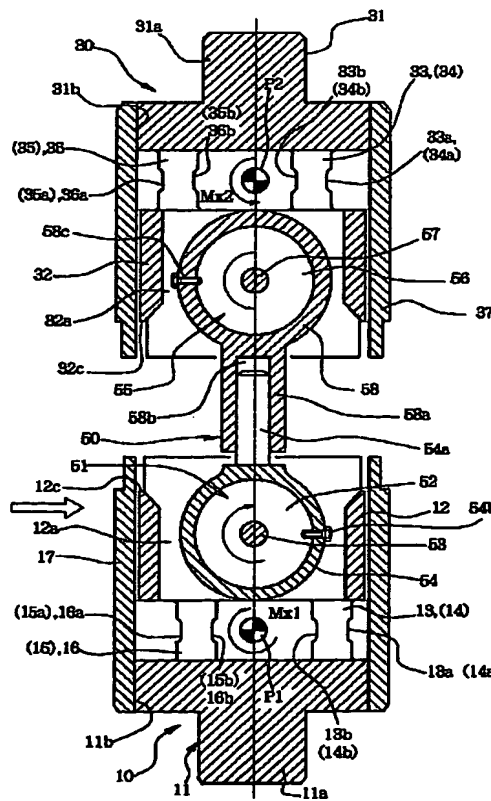
【図 2】



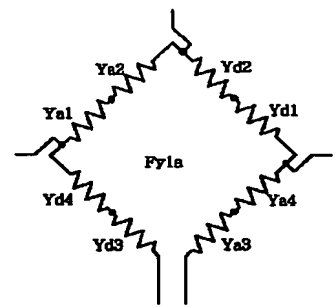
【図 3】



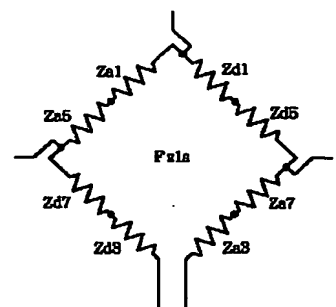
【図 4】



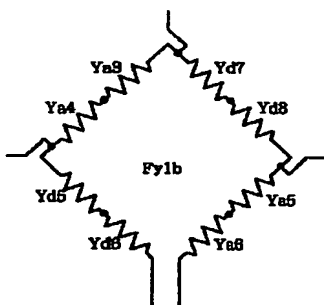
【図 11】



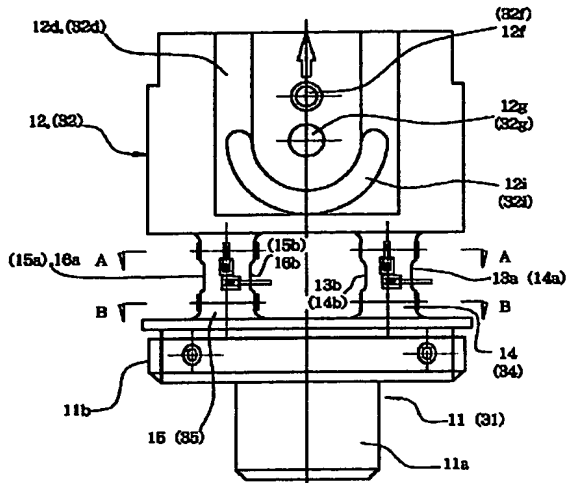
【図 16】



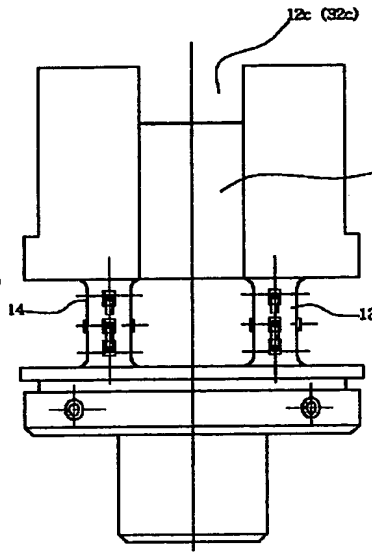
【図 12】



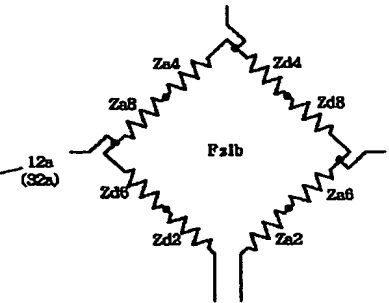
【図 5】



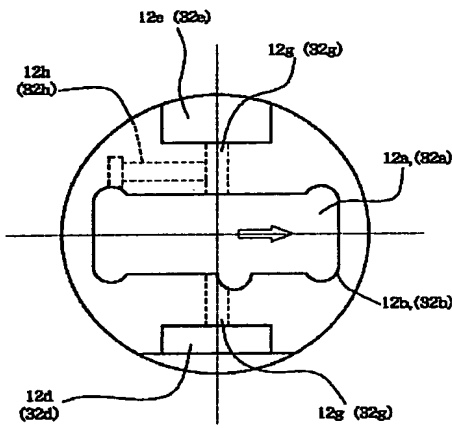
【図 6】



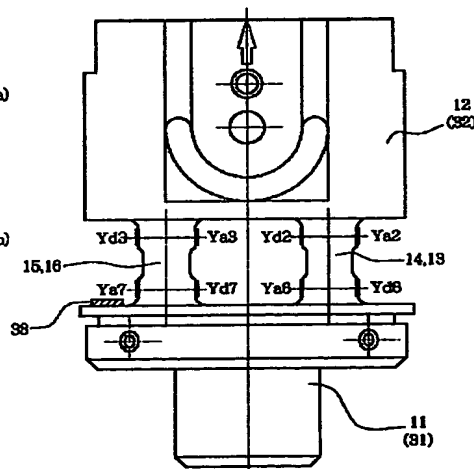
【図 17】



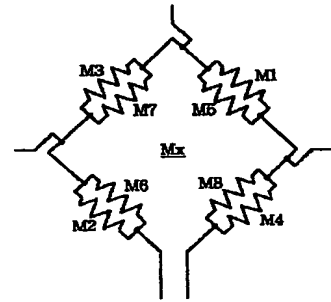
【図 7】



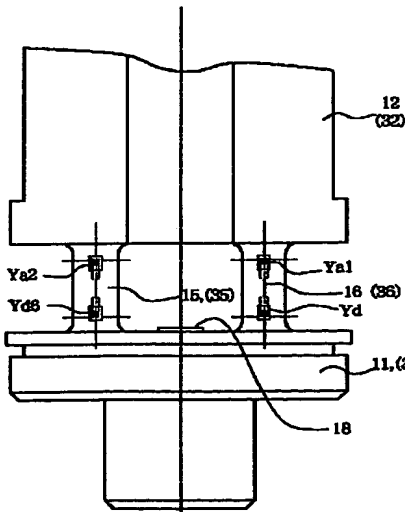
【図 8】



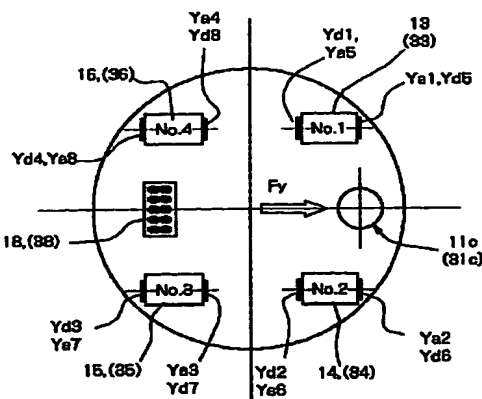
【図 21】



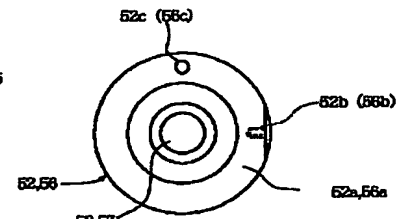
【図 9】



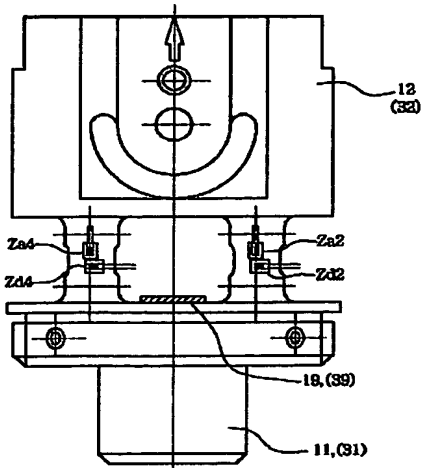
【図 10】



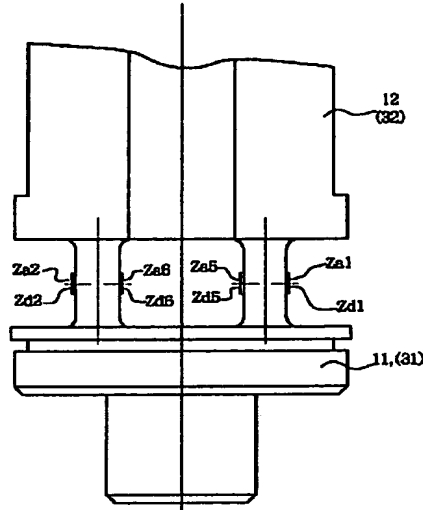
【図 22】



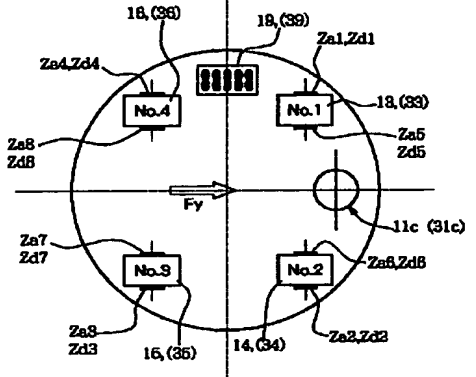
【図 13】



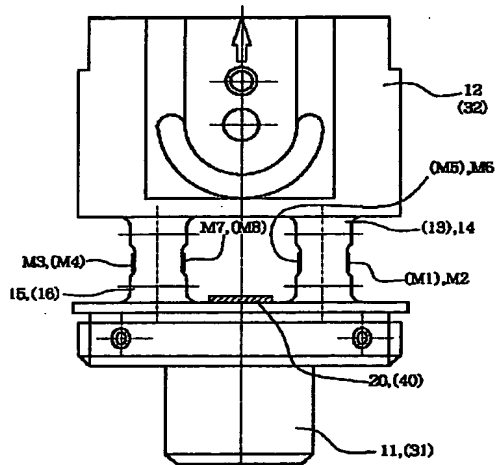
【図 14】



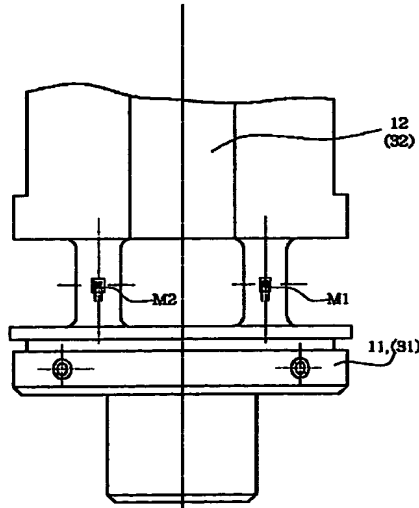
【図 15】



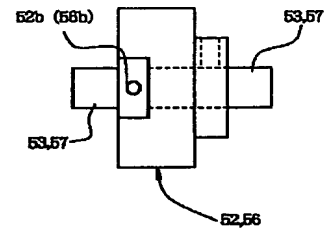
【図 18】



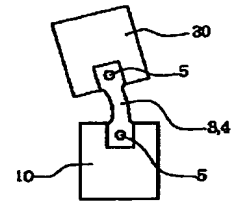
【図 19】



【図 23】

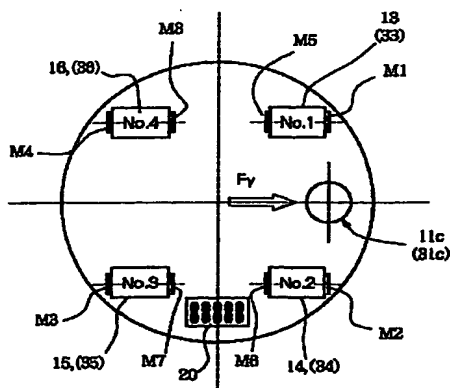


【図 26】

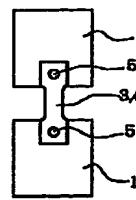


【図 30】

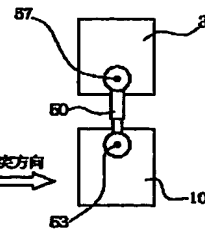
【図 20】



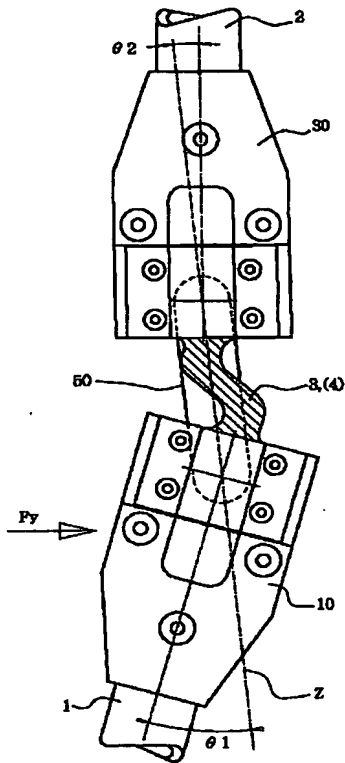
【図 24】



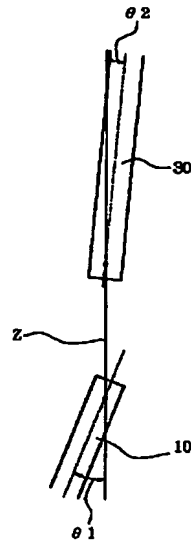
【図 25】



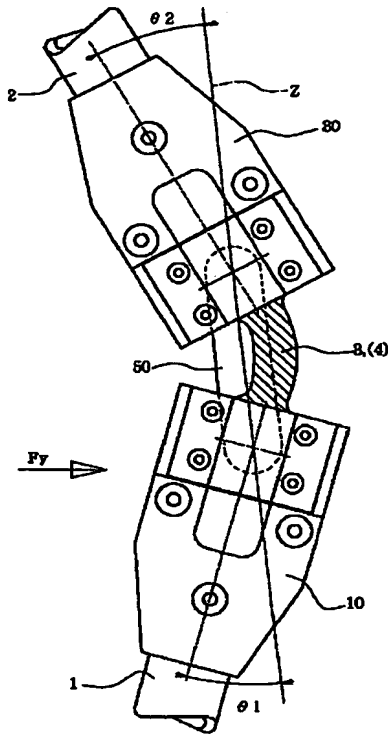
【図 27】



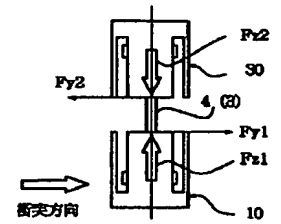
【図 28】



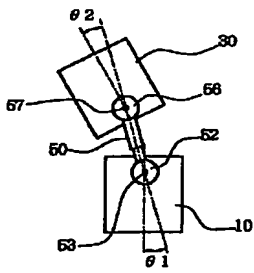
【図 29】



【図 31】



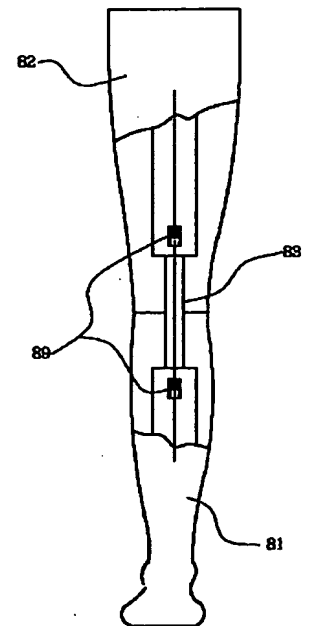
【図 32】



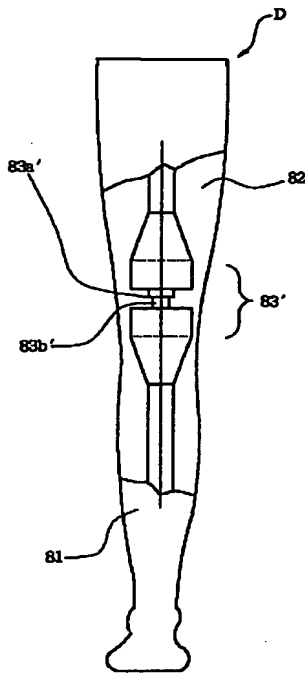
【図 33】

	衝突力 Contact Force	剪断力 Shearing Force	曲げモーメント Bending Moment
衝撃モード			
主な 傷害	<ul style="list-style-type: none"> <li>軟部組織 (皮膚、血管、筋肉等) の損傷</li> <li>神経系の損傷</li> <li>局所的な骨折</li> <li>その他</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>膝部の靭帯損傷</li> <li>脛骨または大腿骨の骨折</li> <li>その他</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>膝部の靭帯損傷</li> <li>脛骨上端または大腿骨下端の剥離骨折</li> <li>その他</li> </ul>
傷害値	<ul style="list-style-type: none"> <li>4kN</li> <li>150G</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 4kN</li> <li>5°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100~200Nm</li> <li>15°</li> </ul>

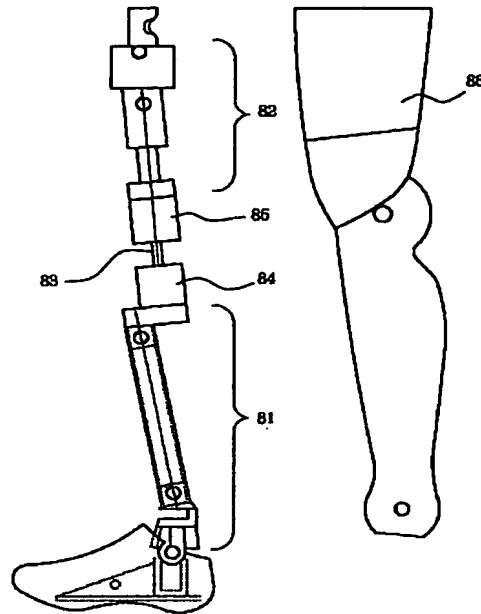
【図 34】



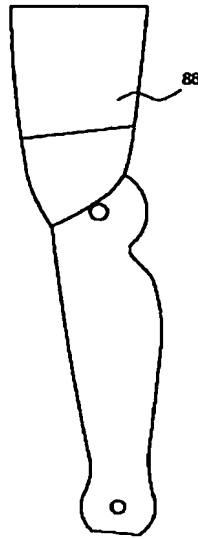
【図 35】



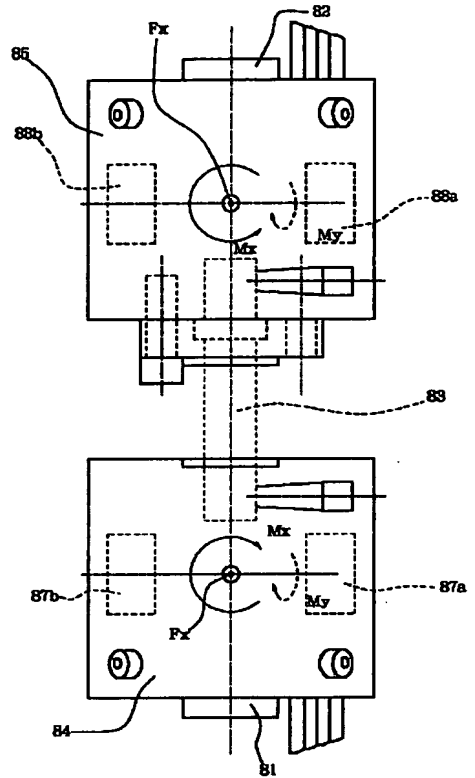
【図 36】



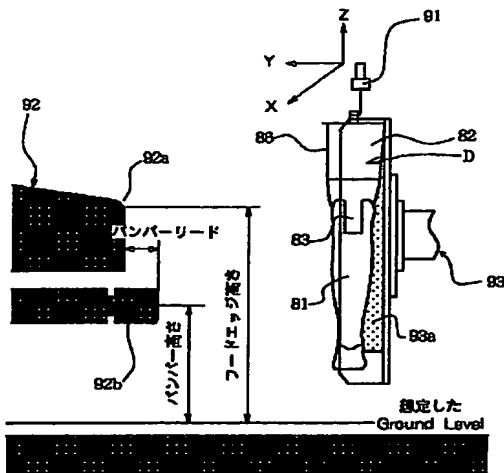
【図 37】



【図 38】



【図 39】



## 【手続補正書】

【提出日】平成7年6月30日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直立した人体の前後方向に相当する方向をX軸、人体の側面方向に相当する方向をY軸、人体の上下方向に相当する方向をZ軸と規定したときに、車両の最先端部と人体脚部の下側部位である下脚部に相当し且つ衝撃力測定時にZ軸上に設定される下脚部材とが、Y軸方向から衝突したときに、人体脚部の膝部に相当する膝部材に生じる少なくとも衝撃力、剪断力、X軸回り

の曲げモーメントおよびZ軸方向の張力を測定する歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサーであつて、

人体脚部の上側部位である上脚部に相当し且つ衝撃力測定時にZ軸上に設定される上脚部材と、前記下脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の一端領域に結合された第1多分力計と、

前記上脚部材に一体的に結合され得る固定側剛体部とこの固定側剛体部に起歪柱体を介して接続された連結側剛体部とを有し、且つ、この連結側剛体部が前記膝部材の他端領域に結合された第2多分力計と、

前記第1多分力計内に設けられた第1角度変換器と、前記第2多分力計内に設けられた第2角度変換器と、前記第1角度変換器と前記第2角度変換器とを、両者間の相対距離の変化を許容し得るように連結する角度変換器連結手段と、

を有し、前記車両の最先端部と前記下脚部材とがY軸方向から衝突したときに、前記第1多分力計からの出力値と前記第2多分力計からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる少なくとも剪断力、X軸回りの曲げモーメントおよびZ軸方向の張力を計測することが可能で、且つ、前記第1角度変換器からの出力値と前記第2角度変換器からの出力値に基づいて、少なくとも剪断力およびX軸回りの曲げモーメントに係わる変形角度を計測することが可能であるように構成したことを特徴とする歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項2】 前記第1多分力計または前記下脚部材における前記Y軸方向からの衝突力が直接加えられない部位に第1加速度変換器を設置し、この第1の加速度変換器からの出力値に基づいて、前記膝部材に生じる衝撃力を計測することが可能であるように構成したことを特徴とする請求項1に記載された歩行者の脚部保護試験に用いるダミー脚部用センサー。

【請求項3】 前記第1多分力計の起歪柱体と前記第2多分力計の起歪柱体とは、それぞれがZ軸から等距離だけ離れた位置で且つそれぞれの間の角度間隔が等しく設定された位置に形成された各4本の矩形断面または正方形断面を持つ単位起歪柱体を有する起歪柱体として構成され、さらに、前記第1多分力計の起歪柱体の各々および前記第2多分力計の起歪柱体の各々のそれぞれ4個の外表面に、少なくとも、Y軸方向の衝撃力印加に起因して撓む際に前記各々の単位起歪柱体に生じるY軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、Z軸方向のひずみを検出し得るひずみゲージと、X軸回りに働く曲げモーメントとを検出し得るひずみゲージをそれぞれに具えた起歪柱体として構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載された歩行者の脚部保護試験に用いる

ダミー脚部用センサー。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正内容】

【0002】

【従来の技術】車両、特に自動車の歩行者保護についてはISO等において受傷部位毎に区分して検討されているが、ISO歩行者保護試験法ワーキンググループ（ISO/TC22/SC10/WG2）では、その第1段階として、脚部傷害の頻度や後遺症の重大さ等を考慮して脚部保護を目的とした試験法の作成作業が進められ、この過程において、後遺症の発生頻度の高い膝関節の靱帯傷害が評価できるものとして膝関節の近傍各部の質量、形状、特性および計測項目等の在り方ないし基準が検討されている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】例えば図34に示すのは、財団法人日本自動車研究所（JAPAN AUTOMOBILE RESEARCH INSTITUTE, INC.：略称「JARI」）が発行する機関紙「自動車研究 第15巻 第11号（平成5年11月）」第19頁～第22頁（以下「公知文献」という）に記載の、「RSPD」（Rotationally Symmetrical Pedestrian dummyの略称）の従来型（以下「RSPD型」と称する）のダミー脚部に採用されている膝部分の一例である。この従来例では、人体の下腿部に相当する下脚部材81と大腿部に相当する上脚部材82とを、膝部に相当する可撓性を有する膝部材83により連結して、骨格部分（本発明のダミー脚部用センサーに相当）となし、これを人体の皮膚部と肉部に相当する表皮体で被覆するような構成となっている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】そして、下脚部材81の上側部分と上脚部材82の下側部分とにそれぞれひずみゲージ89を添着し、これらのひずみゲージ89からの出力値を変換することによって、膝部にかかる衝撃力、曲げモーメントを計測するようにしている。この従来例の特徴は、全体の形状が略円筒形で且つ構造が比較的簡単になっている

ることである。また、図 3 5 に示すのは、上記公知文献に記載の「INRETS」(Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité と称するフランス国における研究所の略称) の 従来型 (以下

「INRETS 型」と称する) のダミー脚部の他の例である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 0】この INRETS 型では、下脚部材 8 1 と上脚部材 8 2 とを連結する膝部 8 3' に、膝部の負荷計測用のクランク機構のジョイント 8 3 a' と、その両側方向 (人体の前後方向に相当) に設けられた曲げ部材 (可撓性部材) 8 3 b' とから成る複雑な構造を用い、且つ、ポテンシオメータ (図示なし) をセンサーとして用い、予め静的な状態でポテンシオメータの較正を行い、その較正值から膝の屈曲角度、荷重、曲げモーメントを計測するようにしている。この INRETS 型の特徴は、センサーとしてポテンシオメータのみを利用した点にある。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 1】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図 3 4 に示す従来の RSPD 型のダミー脚部では、ひずみゲージ 8 9 がダミー脚部の表面に設けられているために、衝突方向や計測方向が限られるということが問題となり、一方、図 3 5 に示す従来の INRETS 型のダミー脚部では、その特徴の 1 つとなっている角度のみ検出する方式であり、直接衝撃力やモーメントをとっていないために所要の精度が得られず、且つ信頼性に欠ける欠点がある。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】削除

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】削除

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】削除

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 6 5】そのため、各々の摺動接片と可変抵抗体との相対角度がそれぞれ変化して基準出力に対するそれぞれの電気抵抗値が変化し、これがこのときの回動角度に対応した各々の出力電圧値として、第 1 ポテンシオメータ 5 2 および第 2 ポテンシオメータ 5 6 から個別に出力される。尚、本実施例における第 1、第 2 のポテンシオメータ 5 2、5 6、第 1、第 2 ポテンシオメータ保持部材 5 4、5 8、円柱連結部 5 4 a、円筒連結部 5 8 a 等を含む膝屈曲角度検出機構部 5 0 および一對の膝部材 3、4 については、従来の技術の項にて説明した従来例の 1 つである「INRETS 型」のダミー脚部における膝部の負荷計測用のジョイント 8 3 a'、ポテンシオメータ、曲げ部材 8 3 b' とほぼ同様の構成となっている。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 2 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 2 7】脚部用センサーの下脚部材に側方から自動車が発生した場合において、INRETS により開発され且つ公開されたダミー脚部用センサーの膝部材と同様の構成からなる本発明に係る一對の膝部材の屈曲状態を説明するための 1 例を示す状態模式図である。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 2 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 2 9】脚部用センサーの下脚部材に側方から自動車が発生した場合において、INRETS により開発され且つ公開されたダミー脚部用センサーの膝部材と同様の構成からなる本発明に係る一對の膝部材の屈曲状態を説明するための他の例を示す状態模式図である。

## フロントページの続き

(72)発明者 小林 一茂  
茨城県つくば市菟間2530 財団法人日本自  
動車研究所内

(72)発明者 小野 古志郎  
茨城県つくば市菟間2530 財団法人日本自  
動車研究所内

(72)発明者 山下 晴久  
東京都調布市調布ヶ丘 3 丁目 5 番地 1 株  
式会社共和電業内